





UNTERSUCHUNGEN UND BEOBACHTUNGEN

AUF DEM GEBIETE

DER

ELEKTROTHERAPIE.

ERSTER BAND. ERSTE ABTHEILUNG.





UNTERSUCHUNGEN UND BEOBACHTUNGEN

AUF DEM GEBIETE

DER

ELEKTROTHERAPIE

VON

RUDOLF BRENNER,

DR. D. MED. U. CHIR., CONSULTIRENDEM ARZTE AN DER MAXIMILIANS-HEILANSTALT
ZU ST. PETERSBURG.

VIER ABTHEILUNGEN IN ZWEI BÄNDEN.

ERSTER BAND. ERSTE ABTHEILUNG.

UNTERSUCHUNGEN UND BEOBACHTUNGEN ÜBER DIE WIRKUNG ELEKTRISCHER STRÖME AUF DAS GEHÖRORGAN IM GESUNDEN UND KRANKEN ZUSTANDE. — VERSUCH ZUR BEGRÜNDUNG EINER RATIONELLEN ELEKTRO-OTIATRIK.

LEIPZIG
GIESECKE & DEVRIENT.
1868.

UNTERSUCHUNGEN UND BEOBACHTUNGEN

ÜBER DIE WIRKUNG

ELEKTRISCHER STRÖME

AUF DAS GEHÖRORGAN

IM GESUNDEN UND KRANKEN ZUSTANDE.

VERSUCH ZUR BEGRÜNDUNG

EINER

RATIONELLEN ELEKTRO-OTIATRIK

VON

RUDOLF BRENNER,

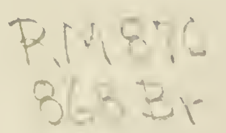
DR. D. MED. U. CHIR., CONSULTIRENDEM ARZTE AN DER MAXIMILIANS-HEILANSTALT
ZU ST. PETERSBURG.

MIT EINER TAFEL.

LEIPZIG

GIESECKE & DEVRIENT.

1868.


P.1M876
868 Br

GESAMMT-VORWORT.

Der Herausgabe der folgenden Arbeit liegt der Wunsch zu Grunde, zur Förderung und rationellen Ausbildung der Elektrotherapie nach meinen Kräften beizutragen. Was ich geben werde, ist geschöpft aus einer fünfzehnjährigen Beschäftigung mit der Elektrotherapie. Das umfangreiche Material, welches mir für meine Studien zu Gebote stand, lieferte mir meine Privatpraxis und die von mir geleitete ambulatorische Klinik der hiesigen Maximilians-Heilanstalt.

Die Form eines Lehrbuchs habe ich nicht gewählt, weil ich glaube, dass die Elektrotherapie hierfür noch nicht reif sei, und dass ihr aus dem sorgfältigen Studium einzelner Gegenstände mehr Nutzen erwachsen werde.

Ich empfehle die folgenden Arbeiten, bei denen ich Fleiss nicht gespart habe, dem Interesse und der Nachsicht meiner Fachgenossen.

St. Petersburg, im Februar 1868.

Der Verfasser.



VORWORT ZUR ERSTEN ABTHEILUNG.

Ich übergebe in den folgenden Blättern den Ohrenärzten die Ergebnisse einer mühevollen und opferreichen Arbeit, welche ich auf Veranlassung eines mir befreundeten Otiatrikers unternommen, und von welcher einzelne Bestandtheile bereits in Form vorläufiger Mittheilungen zur öffentlichen Kenntniss gelangt sind.

Von der Unfertigkeit der Lehre, welche ich in dieser Schrift zu begründen suche, ist Niemand mehr überzeugt, als ich selbst. Die Fülle der von mir aufgefundenen, bisher ungekannten Thatsachen wird, so hoffe ich, die theilweise Unsicherheit ihrer theoretischen Deutung entschuldigen. Krankheiten zu heilen ist die vornehmste Aufgabe des Arztes, sie zu erkennen das vornehmste Mittel zur Erreichung dieses Zweckes. Die Diagnose nervöser Gehörleiden aber ist bis heute der schwache Punct der Ohrenheilkunde. Durch die vorliegende Arbeit hoffe ich eine ganze Reihe sehr verschiedener pathologischer Zustände des Hörnerven der exacten Diagnose zugänglich gemacht zu haben. Der Ohrenarzt wird in den folgenden Blättern Zustände des Gehörnerven-Apparates kennen lernen, von denen weder die theoretische noch die praktische Medicin bisher Etwas gelehrt haben. Einige dieser Zustände, bisher nur in ihren äusserlichsten Symptomen als krankhafte und zwar zum Theil als unheilbare Affectionen gekannt, werden sich dem Leser dieser Blätter als eine Reihe streng unterscheidbarer aber organisch verbundener Krankheitszustände des akustischen Nerven-Apparates darstellen, von denen ein Theil der Heilwirkung desselben Mittels unterliegt, welches zu ihrer Erkennung und Unterscheidung diente, des rationell benutzten galvanischen Stromes.

Was die meiner Arbeit zu Grunde liegenden Beobachtungen betrifft, so bin ich stets bemüht gewesen, dieselben so exact wie möglich auszuführen, und ich hoffe in dieser Beziehung meinen Bemühungen einigen Erfolg zuschreiben zu dürfen. In der That, ich glaube, der Arzt würde sich Glück wünschen können, wenn er im Stande wäre, die Art der Reaction auf ein einwirkendes Mittel bei allen Organen mit derselben

Sicherheit und Genauigkeit, als es mir beim Hörnerven gelungen ist, festzustellen. Im Uebrigen ist, was die Exactheit ärztlichen Handelns betrifft, bekanntlich dafür gesorgt, dass die Bäume nicht in den Himmel wachsen.

Mögen einzelne Deutungen der vielfältigen von mir aufgefundenen Erscheinungen noch so grossen Modificationen unterliegen (ich bin nicht so anmassend, zu glauben, dass dies nicht geschehen werde), so wird doch Nichts die Ueberzeugung in mir wankend machen, dass meine mühevollen Arbeiten Neues, Verwerthbares und die Diagnose, Prognose und Therapie der Ohrenkrankheiten Förderndes zu Tage gebracht haben.

Auf das Wärmste empfehle ich daher den Ohrenärzten den Ausbau, die Verbesserung und Erweiterung der von mir construirten Untersuchungs- und Behandlungsmethode, indem ich sie vertrauensvoll bitte, dem Gegenstande ihren vollen wissenschaftlichen Ernst, ihre ganze Hingebung und Ausdauer zu widmen.

Und so hoffe ich denn, dass das ohrenärztliche Publicum diese Arbeit eines Arztes, dessen Specialität die Ohrenheilkunde nicht ist, wohlwollend und nachsichtig prüfen, mit gewissenhafter Scharfe die Weizenkörner von der Spren sondern und Verwerthbares nicht über Bord werfen werde.

Findet sich auf den folgenden Blättern auch nur ein Korn diagnostischer Wahrheit, nur eine Frucht therapeutischen Könnens, so werde ich — ich zweifle nicht daran — auf dem Tische eines jeden rationellen und gewissenhaften Ohrenarztes neben dem Katheter und der Compressionspumpe auch die galvanische Batterie stehen sehen.

Von den Physiologen aber, auf deren Gebiet ich, dessen Beruf nicht die physiologische Forschung ist, mich zu begeben gezwungen sah, hoffe ich da, wo ich in der Deutung der von mir gefundenen auch physiologisch neuen Thatsachen irrte, eine wohlwollende Belehrung erwarten zu dürfen.

St. Petersburg, im Februar 1868.

Der Verfasser.

INHALTSVERZEICHNISS.

EINLEITUNG.

GESCHICHTE.

VORRICHTUNGEN.

UNTERSUCHUNG.

Physiologischer Theil.

KRITISCHER NACHTRAG ZUR GESCHICHTE.

UNTERSUCHUNG.

Pathologischer Theil.

UNTERSUCHUNG.

Therapeutischer Theil.

EINLEITUNG.

Wie in allen Zweigen menschlicher Wissenschaft, so ist auch in der Elektrotherapie zum Behufe der Construction einer rationellen Methode es nicht nur nöthig, allem Demjenigen Rechnung zu tragen, was wir wissen und können, sondern man muss sich auch zu beschränken verstehen, in klarem Bewusstsein Dessen, was wir nicht wissen und nicht können.

Zu diesem Letzteren gehört aber die jedesmalige exakte Bestimmung der Richtung, in welcher ein in der galvanischen Kette befindlicher Theil des unverletzten menschlichen Körpers von dem Strome durchsetzt wird. In der That der Elektrotherapeut ist keinesweges im Stande, das ganze Gebäude der gesetzmässigen Erscheinungen, welche der Physiolog am blosgelegten, vom Centralorgan getrennten und der Umgebung isolirten Froschnerven aufgedeckt hat, am unverletzten Menschen nachzuconstruiren.* Nun kann freilich ein Zweifel darüber nicht obwalten, dass die am Froschpräparat gewonnenen Gesetze der elektrischen Nervenerregung, wenn es Gesetze der einheitlichen Natur sind, auch anderswo ihre Geltung bewahren müssen; ganz gewiss stehen am Menschen die Erscheinungen bei der elektrischen Reizung nicht im Widerspruch mit jenen Gesetzen. Etwas Anderes aber ist es, zu behaupten, dass die beim Experiment am Froschpräparat ablaufenden Vorgänge auch beim elektrotherapeutischen Experiment ihre Rolle spielen, und etwas Anderes ist es, die am Froschpräparat gewonnenen Sätze schablonenmässig am Menschen verwerthen und sie ohne Weiteres als Lehr- und Leitsätze für das diagnostische und therapeutische Handeln des Arztes betrachten zu wollen. Der Zweck der physiologischen Forschung ist nicht die Aufstellung ärztlicher Lehrsätze, und die technischen Mittel des Arztes sind andere, als die des Physiologen.

---

* Die an einzelnen der Oberfläche sehr nahe liegenden motorischen Nerven ausgeführten vortrefflichen Untersuchungen der Herren Erb und Eulenburg (*Deutsches Archiv für klin. Med.*, Bd. III), deren Ergebnisse ich nicht bezweifele, scheinen mir die Richtigkeit der diesem Satze zu Grunde liegenden Anschauung nicht nur nicht zu bestreiten, sondern zu stützen. Die von mir bei Aufstellung allgemeiner methodischer Grundsätze den physiologischen Lehrsätzen gegenüber beobachtete Vorsicht hat dadurch, wie mir scheint, nichts von ihrer Berechtigung verloren.

Aus diesem Grunde hielt ich das Bestreben vieler Elektrotherapeuten, die physiologischen Lehrsätze als eine Schablone zu benutzen, durch welche sie die Grundsätze ihrer Methode einfach durchzeichnen, für unberechtigt, inexakt und verderblich für die Klarheit des ärztlichen Handelns.

Auch am menschlichen Körper gehen die elektrischen Erscheinungen mit Gesetzmässigkeit vor sich, und der Arzt ist im Stande, die verschiedenen Erscheinungen nach seiner Wahl hervorzurufen oder zu umgehen. Das Mittel hierzu bietet ihm die mit Sicherheit demonstrirbare Verschiedenheit der beiden Pole der Säule in ihrer Wirkung auf den menschlichen Organismus.

Hierauf beruht das von mir befolgte elektrotherapeutische Verfahren, welches ich unter der Bezeichnung der *polaren Methode* auszubilden mich bemüht habe. Die Fundamentalsätze derselben sind folgende:

1. Die Möglichkeit, einen elektrischen Strom in einer bestimmten Richtung durch einen Nerven oder Muskel des unverletzten menschlichen Körpers zu leiten, entbehrt zum Mindesten derjenigen Präcision und Zuverlässigkeit, welche sowohl das ärztliche als das leidende Publikum für eine darauf zu basirende Heilmethode beanspruchen dürfen.
2. Die physiologische Wirkung der beiden Pole ist ebenso verschieden als die chemische, und es kommt, bei ungleichnamigen Ansatzpunkten der beiden Elektroden, immer die Wirkung derjenigen vorwiegend oder ausschliesslich zur Erscheinung, welche dem physiologisch differenten, dem erregbareren Ansatzpunkte entspricht.
3. Aus diesem Grunde wird man bei der Untersuchung und Behandlung den das Object derselben bildenden Nerven möglichst unter den Einfluss derjenigen Elektrode zu versetzen haben, deren specifische Wirkung dem Zwecke der Untersuchung oder Behandlung entspricht.
4. Die einzelnen Sätze der Lehre vom Elektrotonus können so lange nicht als Grundlage der elektrotherapeutischen Methode verwerthet werden, als wir sie nicht allgemein am Menschen darzustellen im Stande sind.

Das Wesentliche dieses Verfahrens besteht, wie man sieht, in einer Selbstbeschränkung gegenüber den physiologischen Sätzen vom Elektrotonus. Das Verfahren bietet Raum, um alle etwa hinzukommenden Erkenntnisse von der Uebereinstimmung der elektrischen Reizerscheinungen am Menschen mit den am Froschnerven gewonnenen Gesetzen aufzunehmen und zu verwerthen.

Einstweilen aber habe ich geglaubt, bei der praktischen Benutzung des Stromes über das, was mit Sicherheit und allgemein nachweisbar ist, nicht hinausgehen, insbesondere aber nicht nach der den Elektroden auf

der Oberhaut gegebenen Stellung von einer bestimmten Richtung des Stromes in den darunter gelagerten Organen sprechen zu dürfen.

Sollte gegen die Berechtigung dieser Anschauung noch ein Bedenken obwalten, so giebt es eine Betrachtung, welche, wie mir scheint, im Stande ist, dasselbe vollkommen zu heben. Es giebt nämlich Organe, bei deren elektrischer Reizung die Physiologen in ganz derselben Lage sich befinden und auf dieselben Mittel des Experiments eingeschränkt sind, welche dem Elektrotherapeuten überhaupt nur zu Gebote stehen. Diese Organe sind die der menschlichen Sinne. Fragen wir nun, ob die Physiologie hier, wo die Nerven nicht blos gelegt werden können, im Stande sei, auf eine exakte und zuverlässige Weise die Richtung zu bestimmen, in welcher der auf das Organ einwirkende Strom dessen nervöse Bestandtheile durchfliesse, so muss diese Frage verneinend beantwortet werden. Wenn während der Einwirkung des Stromes auf ein Sinnesorgan die beiden Elektroden ihre Ansatzstellen mit einander vertauschen, so ist es keinem Zweifel unterworfen, dass derselbe Nervenzweig des Organes das eine Mal in entgegengesetzter Richtung durchflossen werde als das andere Mal, und der physiologische Effect des Experiments bietet entsprechende auffallende Verschiedenheiten dar. Es ist aber durchaus unbewiesen, in welchem von beiden Fällen die aufsteigende, und in welchem die absteigende Stromesrichtung zur Geltung kam. Hierüber sind bis jetzt nur Vermuthungen möglich, und die von verschiedener Seite in dieser Beziehung geäusserten Vermuthungen stehen, wie sich im geschichtlichen Theile dieser Arbeit ergeben wird, nicht mit einander im Einklange. Viele Stellungen der Elektroden auf der unverletzten Oberfläche in der Umgebung der Sinnesorgane werden von den Physiologen überhaupt als ungeeignet angesehen, um allein aus ihnen diejenige Richtung zu bestimmen, in welcher der Strom den Nervenapparat des Organes treffe. Eine solche Bestimmung wird nur bei gewissen extremen Stellungen unternommen, und einige physiologische Forscher bezeichnen auch dann noch diese Bestimmung als eine *ohngefähre*. Von Denjenigen aber, welche dieses Beiwort nicht gebrauchen, scheint es der Lage der Sache nach vorausgesetzt werden zu dürfen, dass sie das Unsichere einer solchen Bestimmung als selbstverständlich ansehen.

Nichtsdestoweniger erfolgen die Erscheinungen bei elektrischer Reizung der Sinnesorgane nach einem ganz bestimmt formulirbaren Modus, welcher vom Arzt zu rationeller Verfolgung seiner Zwecke benutzt werden kann.

Es scheint mir daher, dass der Arzt selbstständig, wenn auch in stetem Hinblick auf die am blosgelegten Nerven festgestellten Gesetze, die Erscheinungen zu erforschen und zu normiren habe, welche der

elektrische Reiz am gesunden Menschen hervorbringt. Erst dann ist der Maassstab gefunden, mit dem man die am kranken Menschen zu Tage tretenden Erscheinungen taxiren kann, erst dann das Recht erlangt, von einer Zurückführung jener krankhaften Erscheinungen zur physiologischen Norm zu sprechen.

Die folgende Untersuchung ist nur die Anwendung der soeben ausgesprochenen Grundsätze auf den Hörnerven, und wenn ich das Glück gehabt haben sollte, zur Klärung der Vorstellungen über die Wirkung des elektrischen Stromes auf diesen Nerven Einiges beizutragen, so glaube ich darin einen weiteren Beleg für die Brauchbarkeit des von mir seit lange befolgten und empfohlenen elektrotherapeutischen Verfahrens, welchem ich auch in Bezug auf die motorischen Nerven einige in späteren Theilen dieser Schrift zu erörternde Funde verdanke, erblicken zu dürfen.

GESCHICHTE.

Im Hinblick auf du Bois-Reymond's berühmte historisch-kritische Arbeit, welche er seinem Werke über thierische Elektricität voranstellt, glaube ich vor Allem mich vertheidigen zu müssen, dass ich die folgende geschichtliche Darstellung überhaupt unternehme. Wenn ich mich in derselben lediglich auf diejenigen Arbeiten beschränkt hätte, deren Gegenstand die galvanische Reizung des Gehörorganes ist, so würde ich eine solche Vertheidigung weniger zu bedürfen glauben; da ich aber aus zwingenden Gründen, welche sich im Verlaufe der Schrift herausstellen werden, auch auf die Geschichte der galvanischen Reizung der übrigen Sinnesorgane einige Rücksicht genommen habe, so halte ich es für erspriesslich, anzudeuten, welche Erwägungen mich zur Abfassung dieses geschichtlichen Theiles meiner Arbeit bestimmt haben, trotz des vorhandenen klassischen Werkes aus der Feder des genannten Forschers. Vor Allem wird mein Publicum zu einem Theile aus Solchen bestehen, in deren Händen das soeben genannte Werk sich nicht befindet. Zu diesem äusserlichen kommt aber noch ein innerer Grund. Der Endzweck meines Buches ist die Erkenntniss und rationelle Behandlung von Ohrenkrankheiten mit Hülfe des galvanischen Stromes. Wenn trotzdem der erste Theil Untersuchungen nur physiologischer Natur enthält, so hat dies seinen Grund darin, dass in den Lehrbüchern der Physiologie die Lehre von der Einwirkung des galvanischen Reizes auf das Gehörorgan bisher keine oder fast keine Stelle gefunden hat. Nun aber ist es klar, da ein und derselbe Gegenstand, von verschiedenen Seiten beleuchtet, verschiedene Zeichnung, ein und dieselbe Wahrheit verschiedene Fassung erhält, dass ein im Interesse des einen Wissenszweiges berichtetes Factum eine modificirte Darstellung anzunehmen gezwungen sein kann, wenn es zu Gunsten eines anderen Wissenszweiges formulirt wird. Um keinen Zweifel übrig zu lassen an dem, was ich meine, erlaube man mir die Anführung eines Beispieles. Volta wünschte das fortdauernde Fliessen der von ihm entdeckten neuen Elektricitätsquelle nachzuweisen und wandte sich zu diesem Zwecke an die Sinnesorgane. Der Geschmacks- und der Gefühlssinn gaben ihm bejahende

Antworten, der Gesichtssinn nicht. Er betrachtete die von den erstgenannten Sinnen gegebene Antwort mit vollkommenem Recht als Beweise für seine Behauptung, und was das Sehorgan betrifft, nun so folgte aus seiner Beobachtung für ihn nichts weiter, als dass dieses eben nicht gewählt werden könne, um jenen Satz zu stützen. Wie anders wäre es gewesen, wenn der Zweck der VOLTA'schen Versuche in der Beantwortung der Frage bestanden hätte, ob die Sinnesnerven durch das constante Fliessen des elektrischen Stromes in Thätigkeit versetzt werden. In diesem Falle hätte das Ergebniss des am Sehorgane angestellten Experiments, da es mit der an anderen Sinnen gewonnenen Erfahrung nicht im Einklang stand, zu der eingehendsten Betrachtung auffordern müssen. Analog dem Verhältniss, in welchem hier eine physikalische zu einer physiologischen Frage stand, stellen sich Fragen der angewandten Physiologie, in deren Fachwerk eingereiht zu werden ich den ersten Theil meiner Untersuchungen würdig befunden zu sehen hoffe, zu Fragen der reinen Physiologie, und hierin liegt der Grund, weshalb ich auch die geschichtliche Darstellung eines Theiles derjenigen Arbeiten, welche sich mit der galvanischen Reizung der Sinnesorgane beschäftigt haben, nicht unterliess. Wenn ich endlich, im Verlaufe derselben, Gelegenheit fand, einige historisch-kritische Berichtigungen zu geben, so war mir dies um deswillen erfreulich, weil ich darin eine Berechtigung mehr erblicken durfte, den geschichtlichen Theil der Arbeit auszuführen, von dessen Unternehmung ein im Hinblick auf eine schon vorhandene bedeutende Arbeit nur zu erklärliches Zagen mich anfangs hatte zurückschrecken wollen.

Ich habe mich übrigens genöthigt gesehen, den geschichtlichen Theil meiner Arbeit in zwei Hälften zu spalten, deren letzte als historisch-kritischer Anhang den Schluss dieses Theiles bildet. Zu dieser Spaltung war ich um deswillen genöthigt, weil der Kritik früherer Arbeiten die, neue Thatsachen einführende, Untersuchung vorhergehen musste. Selbstredend ist es, dass jede Bedeutung, welche wohlwollende Beurtheiler dem geschichtlichen Theile meiner Arbeit etwa zuerkennen möchten, in dem historisch-kritischen Anhange culminirt. Hätte ich die Geschichte des Gegenstandes in der Reihenfolge darstellen wollen, wie sie zu meiner Kenntniss gekommen ist, so hätte auch ihre erste Hälfte am Ende meiner Untersuchung ihren Platz einnehmen müssen.

In dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts, während Europa von den Wehen geschichtlicher Neugestaltung erschüttert wurde und die menschliche Gesellschaft unter den brutalen Wogen politischer Stürme in Convulsionen zusammenzuckte, gestaltete sich unter den stillgeschäftigen Händen eines wissbegierigen Gelehrten eine Erscheinung, welche, unscheinbar an sich — denn sie bestand in Nichts als der Zuckung eines Frosch-

schenkels — unter dem befruchtenden Hauche menschlichen Forschungstriebes die Geburtsstätte wurde einer Kraft, die zur Umgestaltung der menschlichen Gesellschaft, ihrer Einrichtungen und Anschauungen nicht Geringeres beigetragen hat, als jene geräuschvollen Stürme, mit denen die Geschichte das verflossene Jahrhundert beschloss.

Die räthselhafte Erscheinung, welche den Inhalt der Entdeckung Galvani's bildete, regte zwei Fragen von der eminentesten culturgeschichtlichen Bedeutung an, deren eine, Dank dem schöpferischen Geiste Volta's, bald und in grosser Vollkommenheit beantwortet wurde.

Diese Antwort ist die Lehre vom Galvanismus.

Anders erging es mit der zweiten Frage, die der Versuch Galvani's, und zwar zunächst in diesem selbst, angeregt hatte. Weder Galvani noch seine Anhänger haben die Befriedigung gehabt, dieselbe gelöst und das, was sie ahnten, bestätigt zu sehen. Erst nach Ablauf eines halben Jahrhunderts und merkwürdiger Weise gerade zu der Zeit, wo der während Galvani's Entdeckung tosende politische Sturm aufs Neue über Europa hinbrauste, erfolgte die, eine grosse Reihe der bewunderungswürdigsten Arbeiten und der erregtesten geistigen Kämpfe abschliessende, Antwort auf jene andere Frage.

Diese von du Bois-Reymond * gegebene Antwort ist die Lehre von der thierischen Elektricität.

In der That, die Erklärung des unscheinbaren Experiments ist erst erfolgt durch die Aufführung der imposanten Lehrgebäude vom Galvanismus und der thierischen Elektricität, und wenn wir die mit der Geburt und der Lösung der durch jenen Versuch der forschenden Menschheit vorgelegten Frage parallel gehenden politischen Stürme ansehen dürfen als zwei gemäss der Logik der Weltgeschichte genetisch mit einander verbundene Merksteine derselben, so erblicken wir in dem Abschluss fünfzigjähriger Arbeiten, die dem Versuche Galvani's ihre Entstehung verdanken, die Vollendung eines derjenigen Ringe, welche ineinander eingreifend die nach den Gesetzen der ewigen Logik organischer Entwickelung wachsende Kette der menschlichen Erkenntnisse bilden.

Ich sprach von der Lehre der thierischen Elektricität und des Galvanismus als von Gebäuden. Es möge mir erlaubt sein, dieses Bild noch einen Augenblick festzuhalten.

So, wie es sicher fundamentirte, stattlich aufgerichtete und unter Dach und Fach gebrachte Paläste giebt, in denen bei genauerer Nachforschung sich gleichwohl noch einzelne Räumlichkeiten finden, deren Ausstattung der harmonischen Solidität des Ganzen nicht entspricht, so

---

* *Untersuchungen über die thierische Elektricität.* Berlin, 1848.

ist dies auch der Fall in demjenigen Lehrgebäude, zu welchem die Lehre von der Einwirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan des lebenden Menschen gehört. In der That ist der Theil des Gebäudes, welcher dieses Glied der Gesammtlehre aufzunehmen bestimmt ist, nicht nur nicht mit gleicher Sicherheit aufgeführt und gleichem Reichthum ausgestattet, wie die übrigen, sondern er ist vielmehr einem halbvergessenen Winkel vergleichbar, über den das Auge der Bewohner schnell hinwegzugleiten liebt; denn in dem Grade ist er vergessen worden, dass die von den ältesten Erbauern auch in diesem Winkel schon begonnenen Werke in Schutt und Trümmer zerfallen sind.

Zu der Wiederaufrichtung dieser zum Theil ganz richtig angefangenen Werke, zu der Verbesserung ihrer fehlerhaft angelegten Theile und zu der endlichen Ausstattung jenes bescheidenen Winkels möchte diese bescheidene Arbeit den Anstoss geben.

In der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts war die Elektricität nicht blos ein sehr bevorzugter Gegenstand ernster wissenschaftlicher Forschung, auf deren Resultate man mit einem Stolz blickte, welcher nach den noch in frischer Erinnerung haftenden Zeiten innerlicher und äusserlicher Verkommenheit für die Söhne des nun angebrochenen Zeitalters der Aufklärung eine natürliche und edle Regung war, sondern auch ein Modeartikel dilettantischer Unterhaltung. * Ueberall vergnügte man sich an der Entladung Kleist'scher Flaschen, liess Hollundermarkkügelchen tanzen, und suchte gelegentlich metaphysische Probleme an der Hand der Alles durchdringenden Elektricität zu lösen. ** Lag doch die Zeit noch

* Im Thurmknopfe der Margarethenkirche zu Gotha, der am 3. November 1856 behufs einer Reparatur herabgenommen wurde, fand man eine *Gedächtnissurkunde an die Nachkommenschaft* vom Jahre 1784, welche jene stolze Freudigkeit über den wiedererwachten nationalen Wohlstand und geistigen Fortschritt in vollen Zügen athmet. Es heisst darin: „Unsere Tage füllten den glücklichsten Zeitraum des 18. Jahrhunderts ..... Glaubenshass und Gewissenszwang sinken dahin; Menschenliebe und Freiheit im Denken gewinnen die Oberhand, Künste und Wissenschaften blühen und tief dringen unsere Blicke in die Werkstätte der Natur. Wir haben dem Blitze seinen Weg vorgezeichnet, mit seinem Feuer in unsern Zimmern gespielt und unheilbare Krankheiten damit geheilt.....“ Johannes Scherr, *Schiller und seine Zeit*, Volksausgabe 1859, p. 54.

** J. G. Schäffer, der Weltweisheit und Arzneigelahrtheit Doctor etc., sagt in der Vorrede zu seiner Schrift: *Die Elektrische Medicin*, Regensburg, 1752, in zweiter Auflage erschienen 1766, Folgendes: „Scheint es nicht, geneigter Leser, als wenn wir jetzo in einem elektrischen Seculo lebten? Man hört in unsern Tagen von keiner Materie so viel sprechen, als von der Elektricität. Die öffentlichen Zeitungen haben bishero beynahe mehr von dem elektrischen als kriegerischen Feuer Meldung gethan. Schon damalen, vor ohngefähr zehn Jahren, als die Elektricität in Deutschland wiederum mehreres getrieben und bekannt wurde, waren derselben Versuche als neue Wunder, ja wenn ich frey sagen darf, zuweilen als Hexereyen, von vielen Zuschauern gehalten und angesehen. Wozu noch die erstaunende Wirkung der stark vermehrten Elektricität, so vor etlichen Jahren von dem berühmten Herrn Muschenbröck bekannt worden, das ihre beygetragen hat. Und welche eine seltsame Wirkung hat nicht der grosse Fleiss der Naturkündiger in Erforschung der Elektricität, nur erst in diesem Jahre bei der Gewitterwolke entdeckt.... Ist es mir also wohl zu verdenken, wenn auch ich

nicht allzuweit zurück, in der es die Fürsten liebten, ihre Hofnarren aus dem Kreise der Gelehrten zu wählen, so mochte denn auch der elektrische Funke zu einem willkommenen Gegenstand der Belustigung dienen. Die im Gegensatz zu der unfühlbaren geheimnissvollen Leitung plötzlich alle Sinne erschütternde Entladung war es, welche die Aufmerksamkeit aller Klassen der menschlichen Gesellschaft in Anspruch nahm. Erschütterung, Entladung waren als die Stichworte der täglichen Unterhaltung in Jedermanns Munde, waren die Wunder, durch die man andere Wunder hervorbrachte. *

Wie auffallend, weil den gewohnten Vorstellungen widersprechend, musste es nun für Gelehrte wie für Laien sein, als, angeregt durch den Versuch Galvani's, den er auf physikalischem Wege zu erklären suchte, Volta eine neue Art der Elektricität entdeckte, die sich nicht in plötzlicher Abgleichung der Spannungen, nicht in momentanen Entladungen äusserte, sondern deren Quelle fortdauernd floss. Diese Quelle der neuen Elektricität, zwei sich berührende ungleichartige Metalle nämlich, bewahrten trotz ihrer Leitungsfähigkeit eine Spannungsdifferenz, welche mit der von ihnen entwickelten elektromotorischen Kraft in ursächlichem Zusammenhange stand.

Mit einem Eifer, welcher bei einzelnen Beobachtern in förmliche Leidenschaft ausartete, studirte man die anhaltenden Wirkungen der galvanischen Kette, insbesondere die Einwirkungen auf die menschlichen Sinne, welche zwar nicht minder auffallend bei den elektrischen Entladungen auftraten, aber hier wegen ihrer nur momentanen Dauer der genaueren Beobachtung unübersteigliche Schwierigkeiten entgegensetzten.** Es wird

---

in dieser elektrischen Zeit gegenwärtige Schrift von dieser Materie zu schreiben, mich unterfangen habe?“

* J. G. Tesken, Königl. Preuss. Consistorialraths etc. zu Königsberg, *Nachrichten von der Wirkung der Elektricität* etc., Anno 1752. Die erste Nachricht „von der Wirkung der Elektricität bey einem beschwerlichen Krampfe“ des einen Beines besteht aus drei Paragraphen: § 1. Umstände des Patienten. § 2. Erschütterung des Patienten. § 3. Genesung des Patienten. Der zweite Paragraph lautet folgendermaassen: „Dieser Christoph Conrad Sommer kam den 2ten Junii dieses 1752sten Jahres an einem Freitage des Mittags zu mir, um einige Consistorialacten bei mir abzugeben, sahe aber wieder seine Gewohnheit sehr unmunter und übel aus, und gab mir hierdurch Anlass, ihn wegen seiner Gesundheit zu befragen, da er mir denn obiges alles (§ 1.) mit Betrübniss klagete. Weil ich nun aus anderen Ursachen meine elektrischen Anstalten eben damals in völliger Ordnung hatte, so liess ich ihn ohne Verzug hineintreten, und berührte ihm seine rechte Hand sechsmal hintereinander, um ihn dadurch eben so viele mahle in die nöthige Erschütterung zu setzen, welche Berührung kaum drey Minuten Zeit erforderte.“

** Le Roy leitete elektrische Schläge durch den Kopf eines Staarblinden, indem er dessen Kopf und Bein mit Draht umwand, und durch die Enden dieser Drähte Kleist'sche Flaschen entlud. Hierbei sah der Kranke jedesmal eine von oben nach unten schiessende Flamme, indem er zugleich eine Explosion groben Geschützes hörte. *Histoire de l'Académie Royale des sciences.* Année 1755. Paris, 1761, p. 9 ff. — *Mémoires de Mathematique et de Physique* etc., p. 86, 90—92.

übrigens von Nutzen sein, den Umstand besonders zu betonen, dass alle diese, der Entdeckung des Galvanismus in den ersten Jahrzehnten folgenden Beobachtungen zunächst lediglich den Zweck hatten, das anhaltende Fliessen der neuen Elektricitätsquelle zu constatiren. Sie wurden dagegen nicht in der Absicht angestellt, das Leben der Sinnesnerven zu studiren. Ich hebe diesen Umstand aus dem Grunde hervor, weil manche von den Beobachtern, welche in späteren Jahrzehnten die galvanische Reizung der Sinnesorgane zu letzterem Zwecke wieder aufnahmen, sich auf die Angaben der alten Galvaniker stützen, die aus dem angegebenen Grunde jedoch nicht geeignet erscheinen, um aus ihnen ohne Weiteres auf die Natur der Sinnesnerven, welche Jenen nicht Zweck, sondern nur Mittel war, Schlüsse zu ziehen.

Es würde für den Zweck der vorliegenden Arbeit viel zu weit führen, wenn ich alle die in jener Zeit in dem angegebenen Sinne angestellten Versuche citiren wollte. Ihre Zahl ist ausserordentlich gross. Aus der ersten Zeit, als man nur erst das Volta'sche Paar kannte, waren es besonders die empfindenden Nerven der Haut und die Geschmacksnerven, welche zur Demonstration der andauernden Wirkung der geschlossenen einfachen Kette benutzt wurden.

Dass die Geschmacksnerven durch gleichzeitige Berührung der Zunge mit zwei verschiedenen, unter einander fern von derselben in Verbindung stehenden Metallen zur Aeusserung ihrer specifischen Energie veranlasst werden können, war sonderbarer Weise schon vier Jahrzehnte vor der Entdeckung des Galvanismus beobachtet worden. Es ist dies der bekannte Sulzer'sche Versuch.* Derselbe ist in mehr als einer Hinsicht merkwürdig und lehrreich. Nachdem Sulzer für den Gehör- und Gesichtssinn nachgewiesen, dass deren andauernde Thätigkeit erregt werde nicht durch einen einmaligen Impuls, sondern durch eine fortgesetzte Reihe sich schnell folgender (mechanischer) Einwirkungen, fährt er fort, dasselbe, wiewohl mit geringerer Sicherheit, für die übrigen Sinne zu behaupten.

„Une seule particule, qui frappe un seul fois, ne peut exciter qu'une sensation momentanée: il faut nécessairement des coups réitérés pour donner une durée sensible à la sensation. On ne peut pas dire, que les nerfs reçoivent un mouvement de vibration, qu'ils conservent pendant un temps sensible; les nerfs ne sont point des cordes tenduës, ni des corps rigides. Car dans ce cas, une seule impression momentanée feroit durer les sensations, ce qui répugne à l'expérience. En effet dès qu'on ferme l'oeil, dès qu'on bouche l'oreille, les sensations cessent. Au lieu qu'elles continueront, si les nerfs avoient un mouvement sensible de vibration."

---

* *Histoire de l'Académie des Sciences et Belles-Lettres de Berlin* (Année 1752) 1754. *Recherches sur l'origine des sentiments agréables et desagréables par M. Sulzer.* Troisième partie Des plaisirs des sens, p. 356.

Und hier schliesst er nun in einer Anmerkung unter dem Text die erwähnte Beobachtung an:

„Cette supposition paroit confirmée par une expérience assez curieuse. Si l'on joint deux pièces, une de plomb, et l'autre d'argent, de sorte que les deux bords fassent un même plan, et qu'on les approche sur la langue, on en sentira quelque goût, assez approchant au goût du Vitriol de fer, pendant que chaque pièce à part ne donne aucune trace de ce goût. Il n'est pas probable, que par cette jonction des deux métaux, il arrive quelque solution de l'un ou de l'autre, et que les particules dissectes s'insinuent dans la langue. Il faut donc conclure, que la jonction de ces métaux opère dans l'un ou l'autre ou dans tous les deux, une vibration dans leurs particules, et que cette vibration, qui doit nécessairement affecter les nerfs de la langue, y produise le goût mentionné."

Offenbar hat SULZER diese Beobachtung, welche die älteste galvanische Erfahrung einschliesst, nur zufällig gemacht, legt auch selbst so wenig Werth darauf, dass er ihr nur in einer Anmerkung Platz gönnt. Sie unterliegt denn auch dem Schicksal unverstandener empirisch gefundener Thatsachen und geräth in Vergessenheit, bis sie VOLTA 1792 zum zweiten Male entdeckte, aber freilich in ganz anderer Weise; denn dieser suchte mit Ueberlegung am lebenden menschlichen Körper ein dem galvanischen Präparat in seiner Nacktheit, Reizbarkeit und Beweglichkeit ähnliches Glied, wobei er natürlich sofort auf den Gedanken kam, die Zunge zu benutzen. Sein Zweck war, Bewegungen hervorzurufen; statt dessen entdeckte er, dass auch die empfindenden Nerven dem neuen Reiz zugänglich seien.

Er selbst beschreibt in einem Briefe an TIBERIUS CAVALLO * den Vorgang folgendermaassen:

„§ 47. Etant parvenu à exciter des convulsions toniques, et les mouvements les plus forts, dans les membres, non seulement des petits, mais des grands animaux, sans découvrir aucun nerf, par la simple application des armures de différents métaux aux muscles denués des intéguments, je pensai bien-tôt si on ne pourroit pas obtenir la même chose dans l'homme. Je conçus que la chose réussiroit très bien dans les membres amputés; mais dans l'homme entier et vivant comment faire? Il auroit fallu aussi ôter les intéguments, faire des incisions profondes, emporter même une partie des chairs aux endroits sur lesquels on alloit appliquer les lames métalliques, (comme j'ai fait remarquer qu'il faut faire souvent aux parties charnues des grands animaux). Heureusement il me vint dans la tête, que nous avons, dans la langue, un muscle nu, dépourvu au moins des intéguments épais dont sont couvertes les parties extérieures du corps, un muscle qui est très mobile, et mobile à volonté. Voila donc, me disois-je, toutes les conditions requises, pour pouvoir y exciter de vifs mouvements par l'artifice ordinaire des armures différentes. Dans cette vue je fis, sur ma propre langue, l'expérience suivante.

* *Philosophical Transactions of the Royal Society of London.* For the year 1793, P. I, p. 10. *Account of some Discoveries made by Mr. Galvani of Bologna. With Experiments and observations on them. In two Lettres to Mr. Tiberius Cavallo F. R. S.* Second Lettre § 47. — *Collezione del opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta, Patricio Comasco, membre ec.* Firence, 1816, T. II, P. I, p. 158.

§ 48. *Expérience Q.* Ayant révetu la pointe de la laugue, et une partie de sa surface supérieure, dans l'étendue de quelques lignes d'une feuille d'etain, (le papier dit argenté est le plus à propos) j'appliquai la partie convexe d'un cuiller d'argent plus avant sur le plat de la langue, et en inclinant ce cuiller je portai sa queue jusqu'au contaet de la feuille d'etain. Je m'attendois à voir tremblotter la langue; et je faisois, pour cela, l'expérience devant un miroir. Mais les mouvements que j'osois prédire n'arriverent pas; et j'eus, au lieu de cela, une sensation à laquelle je ne m'attendois nullement; ce fut un goût aigre assez fort, sur la pointe de la langue.

§ 49. Je fus d'abord fort surpris de cela; mais réflechissant un peu à la chose, je conçus aisément, que les nerfs qui aboutissent à la pointe de la langue, étant les nerfs destinés aux sensations du goût, et nullement aux mouvements de ce muscle flexible, il étoit tout-à-fait naturel, que l'irritation du fluide électrique, mu par l'artifice ordinaire, y excitât une saveur, et pas autre chose; et que pour exciter dans la langue les mouvements dont elle est susceptible, il faudroit appliquer une des armures métalliques auprès de sa racine, où s'implantent les nerfs destinés à ces mouvements; ce que je verifiai bientôt par cette autre expérience."

Der weiter oben citirte Versueh SULZER's ist endlieh noch insofern interessant, dass er dadurch eigentlich etwas Analoges beweisen wollte, als die Galvaniker dureh ihre Zungenversuche, nämlieh dass den verbundenen zwei Metallen eine andauernde Quelle erregender Impulse entströme. Hätte SULZER seinen VOLTA gefunden, so hätte wohl auch schon aus seinem Versuche die Lehre von der dynamischen Elektricität entspringen können.

VOLTA selbst äussert sieh über den andauernden Charakter der durch Einwirkung der einfachen Kette auf die Zunge erzeugten Geschmackssensation in der *memoria seconda sull' elettricità animale** wie folgt:

„Ella è cosa molto rimarcabile, che questo sapore côntinua a sentirsi, e va anzi crescendo iu vivacità, per tutto il tempo, che i due metalli, stagno ed argento, continuano a star applicati, l'uno alla punta della lingua, l'altro ad altre parti della medesima, e a toccarsi fra di loro, formando un cotal arco conduttore: il che prova che continuo ed incessante sia pure il tranflusso del fluido elettrico dall' uno all' altro luogo."

VOLTA's Geschmacksversuch fand sehr bald die allgemeinste Bestätigung. Zweifelnde Angaben fehlten freilich aueh nicht. So äussert sich VOIGT in dem von ihm fortgesetzten *„Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte,* zuerst herausgegeben von dem Legationsrath LICHTENBERG, achter Band, viertes Stück", 1793, p. 114 folgendermaassen:

„Die Versuche über den Geschmack der animalischen Elektricitat habe ich auch zum Theil nachgemacht, die Sensation aber, die ich dabei verspürte, scheint mir mehr die Folge der Anstrenguug dieses Gliedes und eines blossen mechanischen Reizes, als die einer elektrischeu Materie zu sein." (Dies ist die SULZER'sche Idee.)

Zum Beweis der während des Geschlossenseins der Kette anhaltenden Stromesdauer ist in jener Zeit wohl kein andererer Versuch gleieh häufig benutzt worden.**

---

* *Collezione del opere ec.* T. II, P. I, p. 116, § 94.

** PFAFF etc. s. DU BOIS, p. 339.

Aber so fest hierdurch die Stetigkeit der erzeugten Geschmacksempfindung gestellt schien, so war doch eine fortdauernde fliessende Elektricitätsquelle viel zu sehr mit allen bisherigen Anschauungen im Widerspruch, als dass die Kritik nicht hätte einen Zweifel an der Gültigkeit dessen, was der Versuch beweisen sollte, laut werden lassen. Es war nämlich wohl denkbar, dass die Zunge vermöge der ihr innewohnenden Unruhe und Reizbarkeit die Stetigkeit des Contacts mit den Metallen illusorisch machte, so dass also die Dauer der Geschmacksempfindung nicht sowohl der Dauer als vielmehr der stetigen Aenderung des Contacts, oder wie wir heutigen Tages sagen würden, dem Eintreten fortwährend wiederholter Stromesschwankungen, ihre Entstehung verdankte. HUMBOLDT sagt hierüber: *

„Fragt es sich hingegen, ob die Muskelbewegungen oder Empfindungen, welche das Galvanisiren erregt, fortdauern, auch wenn die Kette bereits geschlossen ist, so glaube ich, diese Frage für eiuige Fälle aus eigeneu nenen Erfahrnngen bejahen zu könuen. Dem Volta'scheu Zungenversuche, der fortdauernden Geschmacksempfindung, welche man bisher für diese Bejahung anführte, wurde sehr richtig entgegengesetzt, dass es physisch wie moralisch unmöglich sey, ein so bewegliches Organ wie die Zunge zu zähmen, und dass gerade dann, wenn wir alles in Ruhe wähnten, die kleinste Verschiebung eines Zungenwärzchens unter der Armatur, eine neue Berührung der Kettenglieder, und also eine neue Reizung veranlasste. Dazu giebt ein Contact der Armaturen an der Zunge und der spongiösen Substanz der Oberzähne nur einmal die leuchtende Erscheinung an vor den Augen, und eine Berührung des Froschschenkels mit dem Muskelleiter bringt nur eine Contraction in jenem hervor. Nach diesen Erfahrungen schien es also nur zu gewiss, dass die Dauer der Reizung auf den ersten Moment des Contacts eingeschränkt sey."

Es tritt jetzt ein anderer Beobachter in die Scene, der junge Physiker JOHANN WILHELM RITTER, welcher mit dem begeistertsten Eifer die neuentdeckte Kraft an seinem eigenen Körper prüfte. In einer „den grossen Männern F. A. VON HUMBOLDT und VOLTA" gewidmeten Schrift ** theilt er unter Anderem eine Reihe von Erfahrungen über die Wirkung des galvanischen Reizes auf die Sinneswerkzeuge mit. Die Fortdauer der Geschmacksempfindung bestätigt er (l. c. p. 78 ff.), macht ebenfalls geltend, dass hieraus noch kein zwingender Schluss hervorgehe auf „die Fortdauer des Reizes in einer ruhig geschlossen bleibenden Kette," sucht aber diesen Einwand durch eine Modification des Zungenversuchs selbst zu entkräftigen. Zu diesem Zwecke brachte er den Nerven eines frisch präparirten Froschschenkels mit in die Kette und beobachtete nun den fortdauernden Geschmack trotz der nur einmal, im Augenblicke der Schliessung, eintretenden Zuckung des Präparats.

* *Versuche über die gereizte Muskel- und Nervenfaser* etc. Posen und Berlin, 1797, Bd. I, p. 196, 197.

** *Beweis, dass ein beständiger Galvanismus den Lebensprocess in dem Thierreich begleitet.* Weimar, 1798.

Ritter weiss auch, dass man das zweite Metallstück des Volta'schen Paares zum Gelingen des Experiments nicht ebenfalls an die Zunge selbst anzulegen brauche, sondern dass dazu auch irgend ein anderer mit dünnen Integumenten versehener feuchter Theil des Körpers ausreiche. Aber desto unklarer ist er in einer anderen Beziehung über die Bedingungen des Versuchs, denn er glaubt, diese zweite Applicationsstelle müsse eine „nervenreiche" sein, ein Irrthum, der mit einem auch von anderen Beobachtern begangenen in Zusammenhang stand.*

Dass man überhaupt die Berührung der Zunge zur Erregung des Geschmacksinns durch die einfache Kette nicht nöthig habe, war, wie es scheint, sowohl Ritter als den anderen Galvanikern unbekannt, denn sonst hätte die Ungültigkeit des oben erwähnten, dem ersten Anschein nach sehr bestechenden Einwandes sehr leicht und direct demonstrirt werden können.

Schon vor Ritter hatte man es unter diesen Umständen geboten erachtet, sich nach schlagenderen Beweisen für die Fortdauer des Reizes während des Geschlossenseins der Kette umzusehen, als der Volta'sche Zungenversuch darbot. Man wählte zunächst die Empfindungsnerven. Die heftige Erregung derselben durch die einfache Kette war schon John Robison ** bekannt.

Humboldt fährt an der oben citirten Stelle fort:

„Neue Versuche haben mich aber vom Gegentheil belehrt. Ich liess, um dieselben gründlich anzustellen, zwei Blasenpflaster auf meinen eigenen Rücken legen. Die Wunde war mit einer grossen silbernen Münze armirt. Die Zuleitung geschah durch

* Vergl Pfaff, *über thierische Elektricität und Reizbarkeit*, 1795, p 137, und Gren's *Journal der Physik*, 1794, Bd. VIII, p. 251, 275

Die Ritter'sche irrthümliche Anschauung ist von sehr Vielen und sehr lange festgehalten, und auch auf die Reizung anderer Organe übertragen worden. So erwähnt Fechner in der zweiten Auflage der deutschen Bearbeitung von Jean Baptiste Biot's *Lehrbuch der Experimental-Physik oder Erfahrungs-Naturlehre*, Leipzig, 1829, Bd. III, p. 485 in einer Anmerkung ausdrücklich, dass, wenn die galvanische Lichterscheinung auch von der Mundhöhle aus zu Staude komme, dies seinen Grund habe „unstreitig wegen des Nervenzusammenhangs dieser Theile mit dem Auge." Und Pfaff sagt in dem von ihm verfassten Artikel *Galvanismus* in Gehler's *Physikalischem Wörterbuch*, Leipzig, 1828, Bd. IV, p. 733 von den galvanischen Reizerscheinungen der Sinne: „Diese Empfindungen sind nämlich ebenso wie die Zuckungen an die Schliessung einer Kette, oder an die Bildung eines Kreises aus verschiedenen Leitern gebunden, in welchen die Sinnesnerven entweder unmittelbar als Glieder eingehen, oder wenigstens durch andere Nerven eingreifen, mit denen sie in einer genauen Anastomose stehen." Grapengiesser, *Versuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten anzuwenden*, Berlin, 1801, pag. 4, Anmerkung, sagt über das Hunter'sche Experiment oder den von den Kiefern aus angestellten Blitzversuch: „Meine Leser werden wissen, dass dieser Versuch in der Berührung der verschiedenen Zweige des zweiten Astes vom fünften Paar im Munde, am Oberkiefer, über den obern Backenzähnen, nämlich des *infraorbitalis* und *alveolaris* mit einem Stücke Silber und einem Stücke Zink besteht, die man mit ihren Enden ausserhalb dem Munde abwechselnd vereinigt und von einander entfernt." Ja dieser Irrthum wird noch heute, sogar in elektrotherapeutischen Schriften, begangen. In Bezug auf den Gehörsinn werde ich Genaueres hierüber zu berichten haben.

** Al. Monro's und Rich. Fowler's *Abhandlung über thierische Elektricität und ihren Einfluss auf das Nervensystem* 1796. p. 177.

Zink.... Die Dauer der durch Berührung der beiden Metalle entstehenden Muskelcontractionen blieb auf eine oder zwei Secunden eingeschränkt, dagegen die brennende Empfindung in der Wunde unaufhörlich und in gleich hohem Grade anhielt, so lange die beiden Armaturen unter einander und mit meiner Schulter in Berührung lagen. Die breite Fläche, welche die Metalle bedeckten, die horizontale ruhige Lage, welche ich derselben gab, und die geringe Beweglichkeit der trägen Rückenmuskeln schlossen hier den Verdacht, als würde der Contact der Galvanischen Kettenglieder unmerklich aufgehoben und erneuert, vollkommen aus."

Dem forschenden Beobachtungsgeist Volta's hatte es nicht entgehen können, dass auch das Organ des Gesichtssinnes durch die einfache Kette erregt werden könne; entsteht doch die galvanische Lichterscheinung auch schon bei Gelegenheit des in der Mundhöhle angestellten Experimentes. Schon 1792 machte er im *Giornale Fisico-Medico del Sig. Brugnatelli*, wo er auch den oben notirten Zungenversuch veröffentlicht, diese Entdeckung bekannt. *

„Sono poi giunto ad eccitare anche la sensazione della luce coll' istesso artificio dell' armature metalliche dissimili, con cui si eccita il sapore. Ecco come procedo: applico al bulbo dell' occhio l'estremità di una listerella di foglia di stagno (ottima è la carta stagnato detta impropriamente carta d'argento) e pongo in bocca una moneta, od un cucchiaio d'argento; indi adduco al contatto i due capi metallici; ciò basta perchè nell' istante medesimo, e ad ognivolta che rinnuovo un tal contatto, io abbia la sensazione di un chiarore o lampo posseggiero, più o men vivo, secondo che stan meglio applicate le due armature metalliche, e secondo che chiudo a dovere le palpebre, o mi trovo più all' oscuro. Questa sensazione è sicuramente prodotta dal fluido elettrico, che trascorrendo dalla parte anteriore dell' occhio, cui sta applicato lo stagno, alla posteriore, e quindi alle parti della bocca che combaciano l'argento, investe nel suo passagio la retina, e ulteriormente un più o men lungo tratto del nervo ottico, e lo stimola. L'esperienza riesce meglio assai, applicando lo stagno ad un occhio, e l'argento all' altro, invece di porlo in bocca, venendo per tal modo anche le retine affette. Ma per evitare di far male ad una parte contanto delicata quale è l'occhio, col coutatto immediato dei metalli, ho pensato di far queste prove in altro modo, e souovi riuscito con buon esito, anzi migliore, premendo il nudo bulbo con un piumacciuolo ben inzuppato d'acqua tiepida, e ad esso piumacciuolo tenendo applicata la lamina metallica. Ho fatto l'esperienza in diverse altre maniere, sostituendo pur anco il carbone all' argento, con egual successo. La più bella e curiosa però è di applicare la foglietta di stagno alla punta della lingua, ed al piumacciuolo sopra l'occhio la lamina di argento: con che si hanno, all istante che viene a farsi la communicazioue d'ambi i metalli, le due sensazioni distinte, una del solito sapore acido sulla lingua, e l'altra del chiarore nell' occhio."

Es ist interessant genug, zu verfolgen, wie die neuen Beobachtungen, welche bestimmt waren, im Fluge die ganze gebildete Welt zu durcheilen und das Fundament imposanter Lehren zu bilden, damals von Anderen wiedergegeben wurden. Ich wähle eine Mittheilung von Voigt in dem oben citirten Lichtenberg'schen *Magazin* l. c. p. 109 ff. Dieselbe lautet:

---

* *Collezione dell' opere ec.*, T. II, P. I, p. 163. *Nuove osservazioni sull' elettricità animale.*

„Um die thierische (!) elektrische Materie der Zunge durch den Geschmack empfindbar zu machen, belegte man die Zunge mit Zinn oder (sic) Silber; Herr VOLTA soll aber gefunden haben, dass sich statt dieser Metalle (!) und überhaupt statt der besten sonst bekannten Leiter die reine Kohle am besten dazu schicke. Dieses findet sich in einem Schreiben aus Pavia, welches in No. 51 des *Intelligenzblattes der Allg. Litt.-Zeitung* abgedruckt ist. Bey dieser Anwendung ist der Geschmack wie gewöhnlich sauer, wenn die Spitze der Zunge auf der Röhre liegt; alkalisch und brennend, wenn die Kohle von der Zunge geleckt wird. Dieser Erfahrung zufolge ist die Kohle auch dem Silber, Golde etc. bey den Versuchen über die Muskelzusammenziehungen vorzuziehen. Nach eben diesem Schreiben ist es Hrn. VOLTA auch geglückt, die Empfindung des Lichts auf ähnliche Art durch metallische Bewaffnungen, wie die Empfindungen des Geschmacks hervorzubringen."

Jetzt folgt die Beschreibung des VOLTA'schen Experiments nach dem Wortlaut des soeben citirten Textes, und hierauf fährt VOIGT fort:

„Aus seinen Erfahrungen folgert Hr. VOLTA, dass die Metalle selbst die elektrische Flüssigkeit bestimmen, von einem Theile des Thieres zum andern zu gehen, ohne dass eine Anhäufung oder ein Mangel der Flüssigkeit in diesen Theilen stattfinde, wie man nach GALVANI annimmt. Er kann sonst nicht einsehen, warum es verschiedener metallischer Bewaffnungen bedürfe, wenn blos das Gleichgewicht der angehäuften Materien dadurch aufgehoben werden sollte. Endlich steht auch hier, dass Herr FONTANA und CARRADORI sich schmeicheln demonstriren zu können, dass das Fluidum kein elektrisches, sondern ein anderes den Nerven eigenthümliches sey. Hr. CARRADORI hat darüber in diesem Jahre 4 Briefe an Hrn. Abt FONTANA drucken lassen und dieser hat in einem kurzen, seit einiger Zeit bekannt gewordenen Briefe auch einiges dagegen geäussert."

CAVALLO sagt: *

„Bey fortgesetzter Berührung beyder Metalle dauert die Lichterscheinung nicht fort, sondern sie ist blos im Augenblicke der erfolgten Berührung bemerkbar."

Auch HUMBOLDT haben wir in der oben ausgezogenen Stelle seiner *Versuche* etc. sich bereits mit Nachdruck dahin äussern hören, dass die durch Schliessung der Kette erzeugte Lichtempfindung während der Dauer der Schliessung verschwinde.

RITTER glaubte dagegen auch am Sehorgan nachweisen zu können, dass die erregte Thätigkeit während des Geschlossenseins der Kette fortdauere. Er sagt: **

„Man bringe eine Zinkplatte an den Augapfel, lege sie fest an, thue das Auge nicht zu, sondern halte es offen und stet, bewege auch die Augenlider nicht, — zur Vermeidung von Täuschungen nöthige Umstände — dann bringe man eine Silberplatte, womit man die obere Fläche der Zunge belegt hat, ohne Zittern mit dem Zink in unmittelbare Berührung. In diesem Augenblick entsteht ein Lichtschein; diesen plötzlichen Uebergang nennt man Blitz; er unterscheidet sich aber von einem wirklichen Blitz darin, dass auf ihn nicht wieder die vorige Finsterniss folgt, sondern man

* *Vollständige Abhandlung der theoretischen und praktischen Lehre von der Elektricität nebst eigenen Versuchen* von TIBERIUS CAVALLO. Aus dem Engl. übers. 4. Aufl. Leipzig, 1797, Bd. II, p. 288

** *Beweis, dass ein beständiger Galvanismus* etc., p. 88.

behält einen fortdauernden, nicht zitternden, nicht sich alle Augenblicke erneuernden Schein, eine Hellung im Auge, von der man durchaus weiss, dass sie vorher nicht da war. Und dass dieses so sey, so trenne man mit fester Hand die beiden Metalle so, dass in der Trennung nur Aufhören des Contacts, nicht neue Berührung und Trennung enthalten ist, und man wird bemerken, dass es in diesem Augenblicke finsterer wird, dass der Zustand des Auges, in dem es sich vor dem Versuch befand, wieder eintritt, man weiss, dass man im vorhergehenden Augenblick etwas, einen Zustand von Hellung hatte, der jetzt fehlt. Dieses Lichtverschwinden ist nun dem eines Blitzes abermals sehr ähnlich, nur wird man bei rechter Sorgfalt nicht finden, dass das plötzlich verschwindende Licht auch in diesem Augenblicke erst entstanden sey. Kommen, Bleiben, Schwinden eines erhöhten Lichtzustandes sind demnach die der Schliessung, dem Geschlossensein, und der Trennung der Kette correspondirenden Phänomene."

Bei umgekehrter Stellung der Metalle glaubt er während des Geschlossenseins der Kette einen erniedrigten Lichtzustand des Auges zu bemerken, dessen Entstehen von einem Blitze, ähnlich dem Trennungsblitze, bei der früheren Anordnung der Metalle, dessen Verschwinden bei Oeffnung der Kette von einem Blitze begleitet sei, ähnlich dem Schliessungsblitze im ersteren Falle. Bei der letzteren Anordnung des Versuches, sagt er, „correspondiren also Kommen, Bleiben und Schwinden eines erniedrigten Lichtzustandes des Auges, der Schliessung, dem Geschlossenseyn und der Trennung der Kette, und bey gleichen Berührungsflächen der Excitatoren mit Zunge und Auge scheint sich die Grösse des ersten Blitzes des ersten Versuchs, der letzten des letzten Versuchs, wie die des letzten des ersten Versuchs zu der des ersten des letzten Versuchs zu verhalten."

Es sind in diesen Angaben eine Reihe richtiger Beobachtungen leider getrübt durch die Producte einer speculirenden Einbildungskraft, deren Aeusserungen wir in den Schriften dieses jugendlichen Forschers oft begegnen. Eine Beurtheilung des Angeführten zu geben, ist hier noch nicht möglich. Was aber die Weise betrifft, in der er seinen Versuch construirt hat, so können wir schon hier das Bedenken laut werden lassen, es möge der dem Volta'schen Zungenversuch gegenüber von der Kritik gemachte Einwand mit grösserem Rechte gegenüber dem Ritter'schen Augenversuche eine Stelle finden. In der That, wenn es am menschlichen Körper einen Theil giebt, welcher an Beweglichkeit, Reizbarkeit und *Unzähmbarkeit* mit der Zunge wetteifert, so ist es der Schliessmuskel der Augenlider, und es wird Niemand zweifelhaft sein, dass Ritter's Forderung bei dem in der beschriebenen Weise angestellten Versuche, das Auge *offen und stet* zu halten, unausführbar sei. Wenn wir nun berücksichtigen, was auch schon bei dem damaligen Stande der Erfahrungen mit hinreichender Sicherheit festzustellen möglich war, dass der Sehnervenapparat auf Aenderungen der Stromesstärke durch Unstetigkeit der Leitung mit ausserordentlicher Leichtigkeit reagire, so ist es in der That zum Verwundern, dass Ritter

den Gedanken, die *Permanenz des Lichtzustandes* in der Impermanenz der Leitung zu suchen, so leicht von der Hand gewiesen hat. *

Was die Organe des Geruchs- und Gehörssinnes betrifft, so hatte auch VOLTA dieselben bereits dem Versuch mit der einfachen Kette unterzogen, aber mit negativem Erfolge. In dem angeführten kurzen Aufsatz, *nuove osservazioni sull' elettricitá animale*, berichtet er ganz einfach: ** „Ho tentato se mi riuscisse di eccitare cogli stessi artifici anche i sensi dell' odorato e dell' udito ma finora inutilmente." Auch FOWLER *** konnte bei Durchleitung des Stromes durch beide Gehörgänge Nichts als eine unangenehme Erschütterung des Kopfes bemerken. RITTER's Bericht über seine an denselben Organen angestellten Versuche ist zwar viel ausführlicher, † aber sowohl die *sonderbare Wirkung auf das Geruchsorgan*, als auch die *unbedeutende auf das Gehörorgan als solches* reduciren sich lediglich auf Reizungserscheinungen im Gebiete der Empfindungs- und des Sehnerven. Von wirklichen Geruchs- oder Gehörssensationen meldet auch RITTER nicht das Mindeste.

Auch HUMBOLDT †† hatte mit Hülfe der einfachen Kette wohl Neigung zum Niessen und andere auffallende Sensationen, keineswegs aber Geruchsempfindungen wahrgenommen.

Positive Erfolge hatten dagegen Beobachter in England. Der Recensent des oben citirten Werkes von TIBERIUS CAVALLO im *Monthly Review for January* 1797, Art. VIII, p. 49 sagt:

„Man stecke eine silberne Sonde in das eine Nasenloch, drücke sie fest an die Scheidewand der Nase, und lasse sie ein auf der Zunge liegendes Stück Zink einige Secunden berühren. Hier wird man eine Art von fauligem Geruch wahrnehmen, und am deutlichsten, wenn man die Sonde herausgezogen hat. Bey diesem Versuche werden die Nerven dreyer Sinne, des Gesichts, Geschmacks und Geruchs auf einmal gereitzt."

Der Uebersetzer BACKMANN ††† fügt hinzu:

„Ich erinnere mich nicht, diese Bemerkung sonst irgendwo gelesen zu haben. Gegründet ist sie; ich selbst habe sie durch eigene Erfahrung bestätigt gefunden, und man kann sich leicht von ihrer Wahrheit überzeugen, wofern man nur bei dem Ver-

* Am Ende des Aufsatzes über die Gesichtsversuche lässt er sich einen auffallenden Widerspruch entschlüpfen. Nachdem er nämlich l. c. p. 51 angegeben, dass Zink die stärkere Contraction des Muskels, p. 79, dass dasselbe den saueren Geschmack, und in der oben citirten Stelle, dass ebendasselbe den erhöhten oder positiven Lichtzustand hervorrufe, schliesst er auf p. 95 mit der Angabe: dass also der positive Lichtzustand gleichzeitig mit dem alkalischen Geschmack, der negative gleichzeitig mit dem säuerlichen Geschmack entstehe. In seinen späteren Arbeiten wiederholt sich indessen dieser Widerspruch nicht

** *Collezione dell' opere ec.* p. 164.

*** *Exper. and observ. relative to the influence lately discovered by M. Galvani.* London, 1794, und MONRO und FOWLER, *Abhandlungen über thier. Elektricität.* Leipzig, 1796, p. 115.

† *Beweis, dass ein beständiger Galvanismus* etc., p. 95—102, § 17.

†† *Versuche* etc., B. I, p. 321.

††† CAVALLO, *Vollständige Abhandlung* etc., p. 287, Anmerkung.

suche mit einiger Genauigkeit verfährt, und besonders die silberne Sonde (auch der Stiel eines gewöhnlichen silbernen Theelöffels ist hierzu tauglich) so hoch als möglich in die Nase hinaufschiebt."

Den Anbruch des gegenwärtigen Jahrhunderts schmückt eine neue grosse Erfindung VOLTA's. In seinem berühmten Briefe an JOSEPH BANKS* vom 20. März 1800 meldet er diesem und durch ihn der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu London die Entdeckung der seinen Namen führenden Säule. Die bisher so spärlich fliessende Quelle der neuen Elektricität war jetzt in unerschöpfbarer Fülle erschlossen worden, und man hatte nunmehr Gelegenheit, die Eigenschaften dieser Elektricität greifbarer darzustellen und umfänglicher zu studiren, als bisher. Das Erste, was VOLTA mittels dieses neuen Werkzeuges constatirte, war natürlich das ununterbrochene Fliessen des Stromes.

„Le principal de ces resultats, et qui comprend à peu près tous les autres, est la construction d'un appareil qui ressemble pour les effets ... aux batteries electriques foiblement chargées, qui agiroient cependant sans cesse, ou dont la charge après chaque explosion, se rétabliroit d'elle même; qui jouiroit, en un mot, d'une charge indefectible, d'une action sur le fluide electrique ou impulsion, perpetuelle."

Es versteht sich von selbst, dass sich VOLTA mit dem neuen Apparat wieder an die menschlichen Sinne wandte, um die früher mittels der einfachen Kette gewonnenen Erfahrungen zu bestätigen und zu erweitern. Und auch hier war es vor Allem wieder die ununterbrochene Dauer der reizenden Einwirkung, deren unzweifelhafte Feststellung der grosse Forscher sich angelegen sein liess. Denn man darf nicht glauben, dass die bisher mit Hülfe der einfachen Kette erkannten Thatsachen schon genügt hätten, in den Köpfen Aller die Vorstellung von dem ununterbrochenen Fliessen eines elektrischen Stromes heimisch zu machen. Waren doch die durch das Volta'sche Paar erzeugten Erscheinungen theils wegen ihrer geringen Intensität, theils wegen der Allmähligkeit ihres Eintretens schattenhaften Gebilden ähnlich, und wenig geeignet, Denjenigen zu imponiren, welche ihre Anschauungen an den groben Effecten der Kleist'schen Flaschen gross gezogen hatten. So schüttelten denn Viele noch immer zweifelnd die Köpfe, hier bei der Behauptung von dem permanenten Strömen der neuen Elektricität, und dort, wo man diese Erscheinung zugab, bei der Behauptung, die ununterbrochene, aus dem Plattenpaar hervorquellende Kraft sei nichts Anderes als Elektricität.**

---

* *On the electricity excited by the mere contact of conducting substances of different kinds. In a lettre to the Rev. Hon. Sir Joseph Banks Philosophical Transactions*, 1800, p. 402; und *Collezione dell' opere ec.*, T II, P. II, p. 97.

** HUMBOLDT sagte noch 1797 in JUST CHRISTIAN LODER's *Journal für die Chirurgie, Geburtshülfe und die gerichtliche Arzeneykunde*, ersten Bandes drittes Stück p. 465 (Ueber die Anwendung des Galvanischen Reizmittels auf die praktische Heilkunde) Folgendes: „Herr PFAFF wendet gegen die Anwendung des Galvanischen Experiments bey paralytischen

Es waren zunächst die Empfindungsnerven, an denen Volta die Leistungen seiner Säule prüfte. Eine Säule von 40—50 oder selbst weniger Plattenpaaren brachte auf befeuchteten Stellen der Oberhaut des Körpers eine stechende schmerzhafte Empfindung hervor, welche wenige Augenblicke nach Schliessung der Kette anhob, ohne Unterbrechung, aber stets zunehmend, fortdauerte, und bei längerem Geschlossenhalten der Kette in das Unerträgliche wuchs. Nach Erzählung dieses Versuches führt Volta in jenem Briefe fort: *

„Quelle preuve plus évidente de la continuation du courant électrique, pour tout le temps que les communications des conducteurs qui forment le cercle continuent? et que seulement en interrompant celui-ci, un tel courant est suspendu? cette circulation sans fin du fluide électrique, (ce mouvement perpetuel), peut paroitre paradoxe, peut n'être pas explicable; mais elle n'en est pas moins vraie et réelle, et on la touche, pour ainsi dire, des mains."

Er spricht die Hoffnung aus, dass dieser seit seinen ersten Untersuchungen und Entdeckungen im Bereiche des Galvanismus aufgestellte Satz nun, da er durch neue Thatsachen und Erfahrungen gestützt erscheine, keinem ferneren Widerspruch begegnen werde.

Er wiederholt hierauf seinen Zungenversuch mittels der Säule und findet ebenfalls die Fortdauer der Geschmackssensation, welche während des Geschlossenseins der Kette anwachse und mit der Zahl der Plattenpaare ein wenig zunehme, bestätigt. ** Zugleich macht er aufmerksam auf die von ihm schon bei den Versuchen mit der einfachen Kette beobachtete Verschiedenheit der Qualität des Geschmacks, je nachdem der Strom in der einen oder der anderen Richtung die Zunge durchkreist, indem er sagt:

„Que la saveur étoit decidement acide, si, le bout de la langue étant tourné vers le zinc, le courant électrique alloit contre lui, et entroit; et qu'une autre saveur, moins forte, mais plus désagréable, acre et tirante à l'alcalin, se faisoit sentir, si, (la position des métaux étant renversée), le courant électrique sortoit du bout de la langue."

Robison empfand den galvanischen Geschmack so stark, dass er, wie er Fowler in einem Briefe mittheilt, *** im Stande war, die dem Auge nicht wahrnehmbaren Löthstellen an kupfernen und messingenen Ge-

Krankheiten ein, dass künstliche Elektricität, die nach Willkühr erhöht oder vermindert werden könnte, auch hier den Vorzug verdienen würde. Aber liegt in dieser Behauptung nicht mehr, als durch Erfahrung begründet wird? Sind die Galvanischen und elektrischen Erscheinungen nicht wesentlich verschieden? und mit welchem Rechte kann man daher auf gleiche Wirkung schliessen? Herrn Reil's (Gren's *Journal der Physik*, Bd. 6, S. 414) Erwartungen werden durch manche Analogie begünstigt: und da es so gewöhnlich ist, Fontanellen in gelähmten Gliedern anzubringen, so werden thätige Aerzte Gelegenheit genug finden, das wenigstens unschädliche Galvanische Experiment auf diese schicklich anzuwenden."

Vergl. auch oben Voigt's Referat über Volta's Zungen- und Augenversuch in Lichtenberg's *Magazin*, so wie ebendaselbst die Behauptungen von Fontana und Carradori.

* l. c. p. 119.

** l. c. p. 121.

*** Tiberius Cavallo, *Vollständige Abhandlung* etc. Aus dem Engl., 4. Aufl., 1797, p. 284.

fässen, ja sogar (?) den schlechten Zusatz bei goldenen und silbernen Geräthschaften mittels der Zunge zu entdecken.

Hierauf wendet sich VOLTA zum Gesichtssinn. * Das Wichtigste für uns aus seiner Beobachtung ist, dass er auch mittels der Säule einen dauernden Lichtreiz im Auge nicht hervorbringen konnte, trotzdem dass er den Versuch in der verschiedensten, und unter diesen auch in derselben Weise anstellte, welche uns RITTER bereits angegeben hat. Er schickt voraus, dass er erwarten zu dürfen geglaubt habe, die von ihm bereits mittels der einfachen Kette nachgewiesene Reizerscheinung des Sehorganes werde sich bei dem Versuche mittels der Säule im Verhältniss zu der Zahl der Plattenpaare steigern, und fährt dann fort:

„Mais je fus surpris de trouver, qu'avec 10, 20, 30 couples, et davantage, l'éclair produit ne paroissoit ni plus long et éteudu ui beaucoup plus vif, qu'avec une seule couple. Il est vrai cependant, que cette sensation de lumière foible et passagère est excitée par un tel appareil plus aisément, et de plusieurs manières.“

Und hierauf theilt er mit, dass man nicht bloss vom Auge und der Mundhöhle, sondern von verschiedenen Puncten des Gesichts, von der Stirn und dem Halse aus den galvanischen Lichteffect im Auge zu erzeugen vermöge. Er nennt die Erscheinung wiederholt und mit Nachdruck *une lumière passagère*. Es scheint mir daher zweifellos, und ich betone es, weil es mir später von Werth sein wird, dass VOLTA ein Fortdauern der Reizerscheinung während des Geschlossenseins der Kette am Auge nicht beobachtet habe.

Endlich wiederholt er den früher negativ ausgefallenen Versuch am Gehörorgane und dieses Mal mit positivem Erfolge. Er sagt: **

„Je n'ai plus qu'à dire un mot sur l'ouie. Ce sens, que j'avois inutilement cherché à exciter avec deux seules lames métalliques, quoique les plus actives entre tous les moteurs d'électricité, savoir, une d'argent, ou d'or, et l'autre de zinc, je suis enfin parvenu à l'affecter avec mon nouvel appareil, composé de 30 ou 40 couples de ces métaux. J'ai introduit, bien avant dans les deux oreilles, deux espèces de sondes ou verges métalliques, avec les bouts arrondis; et je les ai fait communiquer immédiatement aux deux extrémités de l'appareil. Au moment, que le cercle a été aiusi complété, j'ai reçu une secousse dans la tète; et, quelques moments après (les commuuications continuant sans aucune interruption), j'ai commencé à sentir un son, ou plutôt un bruit, dans les oreilles, que je ne saurais bien définir; c'était une espèce de craquement à secousse, ou pétillement, comme si quelque pâte ou matière tenace bouillonait. Ce bruit continua sans relâche, et sans augmentation, tout le tems que le cercle fut complet etc. La sensation désagreable, et que je craignis dangereuse, de la secousse dans le cerveau, a fait que je n'ai pas repété plusieurs fois cette experience.“

Dies ist die erste galvanische Reizung des Gehörssinnes, und es ist dies derjenige Versuch, auf welchen bis zum heutigen Tage alle physiolo-

---

* l. c. p. 124.

** l. c. p. 126.

gischen und ärztlichen Schriftsteller bei ihren Angaben über diesen Gegenstand sich berufen. Es versteht sich von selbst, dass dieser Versuch für den Zweck dieser Schrift vom grössten Interesse ist. In dem „kritischen Anhange zur Geschichte,“ den ich aus selbstredenden Gründen der folgenden Untersuchung nicht vorhergehen lassen konnte, hoffe ich eine klare und erschöpfende Analyse der durch sieben Jahrzehnte hindurch ungeprüften und unerschütterten Angabe VOLTA's geben zu können. Einige Bemerkungen kann ich mir indessen schon hier erlauben. Zunächst stellt der Versuch das Factum fest, dass durch galvanische Reizung des Ohres Gehörssensationen erzeugt werden können. VOLTA berichtet auch, dass die erzeugte Gehörsempfindung während der ganzen Stromesdauer (wir wollen vorsichtiger Weise sagen: während der ganzen Dauer des Versuches) angehalten habe. Sodann soll das vernommene Geräusch dem Kochen eines zähen Breies ähnlich gewesen sein, d. h. also, nicht ein constantes, sondern ein aus zahlreichen sich schnell folgenden kleinen Explosionen zusammengesetztes Geräusch. Endlich hatte VOLTA die Gehörsempfindung gleichzeitig in b e i d e n Ohren, deren Eines mit dem einen, das Andere mit dem anderen Pole der Säule in Berührung stand, und beobachtete also eine dem Zungenversuche analoge Verschiedenheit in der Wirkung der beiden entgegengesetzten Richtungen des Stromes in diesem Falle nicht.

Uebrigens drängt die ganze Fassung des VOLTA'schen Berichtes dem unbefangenen Leser die Ueberzeugung auf, dass dieser einmalige Versuch von seinem Urheber selbst eines hervorragenden Werthes nicht gewürdigt wurde; schon die Anfangsworte *je n'ai plus qu'à dire un mot sur l'ouie* deuten dies an. Kam es ihm doch vor allen Dingen nur darauf an, die Fortdauer des Reizzustandes während der Stromesdauer auch am Gehörorgane nachzuweisen; so konnte er denn, nachdem ihm dies sofort geglückt zu sein schien, diesen schmerzhaften, ja vielleicht gefährlichen Versuch weiterhin auf sich beruhen lassen. Ich glaube nicht zu irren, wenn ich vermuthe, gerade diese letzte Aeusserung VOLTA's über die mit dem Versuche verbundenen Schmerzen und Gefahren ist die Ursache, dass trotz der Arbeiten einiger späteren Beobachter ein methodisches Studium der galvanischen Reizungserscheinungen des Hörnerven bis heute nicht ausgeführt worden ist, obgleich, wie sich zeigen wird, dieser Nerv, was die Gesetzmässigkeit, Klarheit und Reinheit seiner Reizungseffecte betrifft, unter den Nerven des menschlichen Körpers, welche man zu Objecten galvanischer Reizversuche bisher gewählt hat, eine der ersten Stellen einnimmt.

Die Erregung von Geruchsempfindungen gelang VOLTA auch nicht mit Hülfe der Säule.

Es war also nunmehr an dem Geschmacks- und den Gefühlsnerven auf's Neue dargelegt, dass die Reizerscheinung während des Geschlossenseins der Kette andaure. Bei beiden fand sogar eine allmählige Steigerung der Sensation statt. Letztere fehlte beim Gehörnerven, und über den Sehnerven waren die Angaben in Bezug auf die Fortdauer der Lichtempfindung während des Stromesflusses widersprechend.

Sehr bald war die Volta'sche Säule in Aller Händen. Den Gelehrten diente sie als willkommenes Mittel zur Erweiterung ihrer ernsten Forschungen; aus den Händen der Dilettanten verdrängte sie die Kleist'sche Flasche, um ihnen eine ebenso mannigfaltige, wenn auch beschwerlicher zu erreichende Erheiterung zu verschaffen. *

Nachdem das ununterbrochene Strömen der galvanischen Elektricität allgemeine Anerkennung gefunden, lenkte eine andere Reihe gewisser, schon bis dahin nicht unbekannt gebliebener Erscheinungen bei der galvanischen Reizung thierischer Organe die Aufmerksamkeit der Forscher vorwiegend auf sich. Die Reaction sowohl bewegender als empfindender Theile bietet nämlich eine höchst interessante Verschiedenheit dar, je nachdem dieselben mit dem einen oder dem anderen Pole der Säule in Verbindung stehen, oder je nach der Anordnung der Pole, wenn beide Elektroden auf dem zu reizenden Theile anliegen. **

Die ersten einschlägigen Erfahrungen waren schon mit Hülfe der einfachen Kette gemacht worden. Die Beobachtung von der Verschiedenheit der Geschmacksempfindung je nach der Anordnung des Versuches

---

* „Der Apparat des Grafen Klenau, von ungefähr 500 Ketten, zeichnet sich durch eine zugleich bequeme und schöne Anordnung in der Form eines freien griechischen Tempels aus, dessen Säulen mit den Volta'schen gefüllt, ihr Feuer in der Mitte auf dem Altare sammelten, wo man nach Bequemlichkeit zünden, schmelzen, oder durch angelegte Ketten die Wirkung nach einem anderen Orte verbreiten konnte.“ Gilbert's *Annalen*, 1802, Bd. XI, p. 132.

** Es ist bei der Beurtheilung der mittels der Volta'schen Säule angestellten Versuche wohl zu berücksichtigen, in welcher Art die Säule construirt war. Bei der Volta'schen Construction besteht dieselbe aus einer beliebigen Anzahl von Plattenpaaren, deren jedes durch eine feuchte Scheibe von Tuch oder Pappe von dem anderen getrennt ist. Das eine Ende der Säule zeigt negative, das andere positive Spannung. Dies Verhältniss bleibt aber ungeändert, auch in Bezug auf die Grösse der Spannungsdifferenz, wenn man von der Säule die beiden äussersten ungleichnamigen Metallplatten entfernt. Im ersteren Falle repräsentirt, wenn die Säule aus Kupfer und Zink besteht, die äusserste Kupferplatte den negativen Pol, und der von diesen abgehende Leiter die Kathode, die äusserste Zinkplatte den positiven Pol resp. die Anode. Umgekehrt dagegen ist es in letzterem Falle. Wenn also z. B. Ritter, der wie Volta schaltet, vom Zinkpol spricht, so ist die Anode, wenn es dagegen Grapengiesser thut, welcher in der zuletzt erwähnten Weise schaltet, so ist die Kathode gemeint.

Diese Differenz in der Benennung der Pole hat die alten Galvaniker vielfach beschäftigt und unter ihnen zu Discussionen Veranlassung gegeben, so z. B. Ritter in Gilbert's *Annalen*, 1801, Bd. IX, p. 212 „Beantwortung der Frage: welches Ende der Volta'schen Batterie hat man das Zink-, welches das Silberende zu nennen? Widerlegung der Gründe, durch die man ein dieser Beantwortung ganz entgegengesetztes Resultat erwiesen glaubte.“ C. J. C. Grapengiesser, *Versuche, den Galvanismus zur Heilung einiger Krankheiten zu benutzen.* Berlin, 1801, p. 24, 25.

wurde schon oben angeführt in der Beschreibung, welche VOLTA von seinem mittels der Säule wiederholten Versuche giebt.

Schon in den ersten Jahren nach GALVANI's Entdeckung hatte man die Beobachtung gemacht, dass bei Reizung motorischer Nerven nicht nur die Stärke der Zuckung eine verschiedene war bei verschiedener Stellung der von den Polen abgehenden Leiter, sondern man hatte auch den eigenthümlichen Vorgang einer Zuckung bemerkt, welche in dem Augenblicke eintrat, in welchem die Glieder der Kette getrennt wurden. Auch diese Trennungszuckung trat bei verschiedener Vertheilung der Metalle mit verschiedener Deutlichkeit ein. Analoge Erscheinungen fand man bei Reizung der Empfindungsnerven und des Schorganes. Anfangs suchte man, beeinflusst von VOLTA's Bestreben, das Galvani'sche Experiment auf rein physikalischem Wege zu erklären, auch die Ursache dieser Erscheinungen nicht in den Lebensbedingungen der Nerven, sondern in einer bei der verschiedenen Vertheilung der Metalle supponirten verschiedenen Kraft und Bewegungsart des elektrischen Stromes. Nach DU BOIS-REYMOND* gebührt PFAFF das Verdienst, den ursächlichen Zusammenhang entdeckt zu haben, in welchem die Richtung, in welcher der Strom den Nerven durchsetzt, zu den in Rede stehenden Erscheinungen steht.

Um die Erforschung dieser Erscheinungen hat sich RITTER bewunderungswürdige und erfolgreiche Mühe gegeben. Er sagt:**

„Ein allgemeines Resultat aus allem, was ich zu und seit jener Zeit bis jetzt über Empfindungserzeugungen durch verstärkten Galvanismus*** wahrgenommen habe, ist es, dass, an welchem Organe und unter welchen Umständen auch der Versuch angestellt wird, die Wirkungen, welche die Zinkseite der Batterie in gleichnamigen sensibeln Organen bei der Schliessung der Kette hervorbringt, durchaus die entgegengesetzten sind von denen, die bei derselben Schliessnng die Kupfer- oder Silberseite der Batterie hervorbringt; dass, was während der Schliessung der Kette auf beiden Seiten von Empfindung u. s. w. fortdauert, ebenso entgegengesetzt ist; dass auch das, was bei Trennung der Kette in den in ihr gewesenen Organen vorgeht, auf der Zinkseite der Batterie das Entgegengesetzte von dem auf der Kupfer- oder Silberseite ist; dass, wo Zustände, die durch die Trennung der Kette in diesem oder jenem Organe veranlasst sind, nach der Trennung noch eine Zeit fortdauern, auch sie bis zum gänzlichen Verschwinden sich ebenso entgegengesetzt bleiben; und endlich dass, was auf der Zinkseite der Batterie bei der Schliessnng eintritt, und nach Umständen auch fortdauert, das Entgegengesetzte ist von dem, was auf derselben Seite bei der Trennung eintritt und fortdauert, und ebenso das, was auf der Kupfer- oder Silberseite der Batterie bei der Schliessung eintritt und fortdauert, dem entgegengesetzt ist, was auf der-

* *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 308 ff. und 339.

** GILBERT's *Annalen*, Bd. VII, p. 453.

*** So nannte man die Leistungen der Säule.

selben Seite mit der Trennung der Kette eintritt und fortdauert. Ein Gegensatz, der durch alle Sinne auf das consequenteste durchgeht, und oft in Rücksichten wiederzufinden ist, unter denen man ihn nie vermuthet hätte."

Niemand wird leugnen wollen, dass RITTER der Hauptsache nach in diesen Angaben Recht hat, und wenn man bedenkt, dass diese seine Beobachtungen zum Theil Erstlingsfunde waren, so wird ein billiger Richter sein Verdienst um so bereitwilliger anerkennen, als zu RITTER's Unglück * eine allzugeschäftige Phantasie ihn nur zu oft verführt hat, durch schablonenmässiges Generalisiren den Werth seiner Funde zu schmälern und zu verdecken.

Ich kann nicht umhin, diese Schrift mit den in Inhalt und Form klassischen Worten DU BOIS-REYMOND's zu schmücken, welche derselbe bei der Beurtheilung der RITTER'schen Augenversuche ausspricht. Sie sind folgende: **

„Gewiss wird man mir beistimmen, wenn ich auf's tiefste beklage, dass dieses rastlose Suchen, diese Alles besiegende Leidenschaft eines RITTER der klaren Leuchte der Methode und jeder ächten naturwissenschaftlichen Einsicht entbehrten, mit denen vereint sie uns mit dem Grössten würden haben beschenken können. Nicht leicht lässt sich ein lehrreicherer Gegensatz denken, als derjenige, auf den wir jetzt stossen, indem wir, bei Abwärtsverfolgung der Untersuchung in der Zeit, uns nunmehr zu PURKINJE's Beobachtungen über die galvanischen Lichtfiguren wenden, eines Forschers, der an Uebung im Beschauen seines dunklen Sehfeldes sich wie mit Jedem wohl mit RITTER messen durfte, an Unbefangenheit ihn weit übertraf. Aus der Fülle wunderbarer Eigenthümlichkeiten, welche die reine Beobachtung der Dinge wie sie sind im Verhaltnisse zu RITTER's gerippbaftem Schematismus uns alsbald vorführt, lernen wir abermals den Nachtheil erkennen, der jederzeit daraus erwächst, wenn wir die blassen Bilder unserer nur mit dem Erfahrenen wuchernden Einbildungskraft an die Stelle der noch unentfalteten stets überraschend reich gefarbten Wirklichkeit zu setzen uns vermessen."

Was die Reizung des Sehorganes *** betrifft, so war die bei der

---

* Sein rastloses Streben hat ihm niemals wahre innere Befriedigung, sein Leben niemals äusseres Glück gebracht. Sein früher Tod endete ein schmerzensreiches zerrissenes Dasein, welches mit dem des Dichters BÜRGER nicht nur innerliche, sondern auch, und gewiss nicht zufällig, mancherlei äussere Aehnlichkeiten darbietet.

** *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 350.

*** Da die vielen verschiedenen Schriftsteller, welche über die galvanische Reizung des Sehnerven theils eigene Beobachtungen, theils Referate über die Angaben Anderer veröffentlicht haben, sich einer verschiedenen Ausdrucksweise, welche sogar bei demselben Schriftsteller nicht immer dieselbe bleibt, bedienen, indem sie bald von der Wirkung des positiven und negativen Poles, bald von der des Kupfer- oder Silberpoles und des Zinkpoles, bald von dem Kupferpole als dem negativen, bald von demselben als dem positiven, bald von dem Zinkpole als dem positiven und bald von demselben als dem negativen, bald endlich von auf- oder absteigender Stromesrichtung sprechen, und da hierzu noch der Umstand kommt, dass der factische Inhalt der Angaben selbst bei den verschiedenen Beobachtern grosse Verschiedenheiten darbietet, und endlich in der Deutung der Bezeichnungen Anderer bei Einigen offenbare Irrthümer vorkommen (vergl. z. B. PURKINJE, *Beobachtungen und Versuche*, Bd. II, p. 38, Zeile 16—19 v. o. mit FECHNER in BIOT's *Lehrbuch der Experimentalphysik*, Bd. III, p. 486, Zeile 6—9 v. u., wo Letzterer die Angabe PURKINJE's auf den Kopf stellt), so bieten

Kettenöffnung entstehende Reizerscheinung bereits Robison bekannt, welcher dieselbe in dem bereits citirten Briefe an Fowler * mittheilt:

„Man lege eine kleine Zinkplatte inwendig an den einen Backen, und eine Silberplatte, z. B. eine Krone, an den andern, in einiger Entfernung von einander, und zwar bringe man die Backen mit den Metallen in so vielen Puncten, als möglich, in Berührung. Nun schiebe man eine kleine Zinkstange zwischen den Zink und den einen Backen, und eine ähnliche von Silber zwischen das Silber und den andern Backen, und lasse sich ihre äusseren Enden langsam berühren. Hier wird man ein empfindliches convulsivisches Zwicken in den dazwischen liegenden Theilen des Zahnfleisches, mit hellen Blitzen in den Augen begleitet, fühlen. Diese Blitze wird man sowohl vor ** der Berührung sehr deutlich wahrnehmen, als auch nachher zum zweytenmale, wenn man die Enden wieder voneinanderbringt, d. i. (!) wenn sie wieder bis zu der Entfernung voneinander gekommen sind, die man die Schlagweite *(striking distance)* nennen könnte. Verwechselt man die Stäbchen, so erfolgt gar keine Wirkung.“

Die letzte Thatsache ist so selbstverständlich, dass heutzutage deren Erwähnung mehr als blos überflüssig sein würde.

Eine quantitative Verschiedenheit des Reizeffectes je nach der verschiedenen Vertheilung der Metalle bemerkte Pfaff *** schon in den frühesten Zeiten und sprach den Zusammenhang aus, in welchem diese Verschiedenheit der subjectiven Lichterscheinung mit der Richtung stehe, in welchem das Sehorgan vom Strome durchsetzt werde. Das mit dem positiven Metalle (Stanniol) armirte, also aufsteigend vom Strome durchflossene Auge empfinde eine stärkere Blitzerscheinung, als das mit dem negativen Metalle (Silber) armirte, also absteigend durchflossene.

Ritter † entdeckte, dass bei verschiedener Vertheilung der Metalle

die in der Literatur vorliegenden Angaben über die galvanische Reizung des Sehorganes und der Sinnesorgane überhaupt ein wahrhaftes Wirrsal dar, dessen Klärung nicht geringe Mühe erfordert, wenn man sämmtliche Schriftsteller auf Einmal vor sich hat. Welche Ungenauigkeit in der in Rede stehenden Beziehung selbst in der neueren und neuesten ärztlichen Literatur herrscht, dafür will ich aus den zahllosen Belegen, die mir zu Gebote stehen, hier nur einen einzigen anführen: In der *Encyklopädie der gesammten Medicin* von C. C. Schmidt, zweite Aufl., neunter oder dritter Supplementband, Leipzig, 1849, befindet sich auf p. 48—58 der Artikel *medicinische Physik*. In dieser Arbeit werden bei dem Referat über die Angaben der verschiedensten Autoren in Bezug auf die physiologische und therapeutische Wirkung galvanischer Ströme nur die Ausdrücke Kupferpol und Zinkpol gebraucht. In diesem Artikel über medicinische Physik kommt das Wort positiver oder negativer Pol, oder eine Beschreibung des Baues der Säule, gar nicht vor! In hervorragenden Lehrbüchern der Elektrotherapie findet sich ganz dieselbe Ungenauigkeit. Es ist leicht einzusehen, dass bei einer historischen Arbeit unter diesen Umständen leicht neue Irrthümer und Verwechselungen entstehen können. Dass meine Mühe, solche zu vermeiden, von Erfolg sei, will ich hoffen.

* Tiberius Cavallo l. c. Diese Stelle ist zugleich durch einige Unklarheiten interessant, in denen man damals sich noch vielfach befand.

** Soll offenbar heissen: „bei“.

*** Gren's *Neues Journal der Physik*, 1794, Bd. VIII, p. 252 ff. — Pfaff, *Ueber thierische Elektricität und Reizbarkeit*, 1795, p. 142.

† Johann Heinrich Voigt's *Magazin für den neuesten Zustand der Naturkunde mit Rücksicht auf die dazu gehörigen Hülfswissenschaften*. Weimar, 1800, Bd. II, p. 356 ff. — Ludwig Wilhelm Gilbert's *Annalen der Physik*. Leipzig, 1801, Bd. VII, p. 448, 467 ff. — Ritter's *Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus*. Jena, 1805, St. 3. 4, p. 159, 160, § 84.

die galvanische Lichterscheinung auch eine qualitative Verschiedenheit darbiete. In der oben citirten Stelle aus seiner Schrift: *Beweis* etc., sind bereits seine ersten Angaben in dieser Beziehung enthalten. Sehr bald war er im Stande, diese qualitativen Verschiedenheiten auch noch in anderen Beziehungen festzustellen. Wenn nämlich das Auge unter der Einwirkung des positiven Poles (bei ihm des Zinkpoles) der Säule sich befand, so trat bereits neben der oben angeführten grösseren Helligkeit des Sehfeldes, die er den *positiven Lichtzustand* nennt, noch die Empfindung glänzender blauer Farbe ein, welche so lange andauerte, als die Kette geschlossen blieb. Bei der Oeffnung der Kette entstand die Empfindung rother Farbe. Wenn das Auge dagegen unter den Einfluss des negativen Poles (bei ihm des Silberpoles) trat, so entstand neben dem in Verdunkelung des Sehfeldes bestehenden von ihm sogenannten *negativen Lichtzustande* die Empfindung rother Farbe, welcher bei der Oeffnung der Kette die Empfindung blauer Farbe folgte. Uebrigens ergoss sich dieser farbige Lichtschein auf die von Ritter während des Experimentes mit dem Auge fixirten Gegenstände und befand sich also in der Richtung der Sehachse. Denn er sagt ausdrücklich,* dass die vom Auge während des Versuches fixirten Objecte, wie die Glasstäbe seines Apparates oder ein Blatt Papier, durch die entstehende Farbenempfindung „gleichsam tingirt“ wurden. Er untersuchte auch den Einfluss der galvanischen Farbenempfindung auf objective Farbenbilder und fand Folgendes:**

„Lässt man die blaue auf röthliches Papier fallen, so sieht man, wenn man gerade die rechte Röthe des Papiers getroffen hat, dieses weder blau noch roth, sondern fast ganz ohne Farben, und ebenso farbenlos erscheint das Papier, das im rechten Grade bläulich ist, und auf das man die rothe fallen lässt.“

Gleichzeitig mit der blauen Farbe endlich entstand Verkleinerung und minder deutliches Erkennen, dagegen gleichzeitig mit der rothen Farbe Vergrösserung und deutlicheres Erkennen der betrachteten Gegenstände. Diese bei galvanischer Reizung des Auges von ihm beobachtete Erscheinung stellte er in folgender Tabelle übersichtlich zusammen:***

„Erster Fall:	Zink der Batterie im Auge.
Schliessung:	Eintritt des positiven Lichtzustandes — Blitz.
Geschlossenseyn:	Beharrender positiver Lichtzustand. Blaue Farbe. Verkleinerung äusserer Gegenstände. Minder deutliches Erkennen derselben.
Trennung:	Austritt des positiven Lichtzustandes und Uebergang desselben in den negativen — Blitz.

* Gilbert's *Annalen*, Bd. VII, p. 467.

** Ebendaselbst, p. 467.

*** Ebendaselbst, p. 474.

Nach der Trennung:	Beharrender negativer Lichtzustand.
	Rothe Farbe.
	Vergrösserung äusserer Gegenstände.
	Deutlicheres Erkennen derselben.
	Allmähliches Zurückkommen aller dieser Erscheinungen auf Null.
Zweiter Fall:	Silber (oder Kupfer) der Batterie im Auge.
Schliessung:	Eintritt des negativen Lichtzustandes — Blitz.
Geschlossenseyn:	Beharrender negativer Lichtzustand.
	Rothe Farbe.
	Vergrösserung äusserer Gegenstände.
	Deutlicheres Erkennen derselben.
Trennung:	Austritt des negativen Lichtzustandes und Uebergang desselben in den positiven — Blitz.
Nach der Trennung:	Beharrender positiver Lichtzustand.
	Blaue Farbe.
	Verkleinerung äusserer Gegenstände.
	Minder deutliches Erkennen derselben
	Allmähliches Zurückkommen aller dieser Erscheinungen auf Null.
Beiden Fällen gemein:	Absolute Subjectivität aller Erscheinungen.“

Ausserdem giebt Ritter * an, dass er, wenn er bis zu sehr hohen Stromstärken, von 150—200 Plattenpaaren, stieg, die Farbenerzeugung im Auge sich umkehrte, so zwar, dass dann dem positiven Pole beim Kettenschluss und der Stromesdauer die Empfindung des intensivsten Roth, bei der Oeffnung des schönsten Blau entsprach, und umgekehrt dem negativen Pole im ersteren Falle das lebhafteste Blau, im letzteren Falle Roth, welches erlosch, indem es durch Grün in schwaches Blau überging.

Diese bei sehr hohen Stromstärken eintretende Umkehrung der Erscheinungen beobachtete Ritter auch am Geschmacksorgane und an den sensibeln Nerven. ** Das galvanische Lichtbild hatte die Gestalt einer scharf begrenzten runden Scheibe von etwa 3 Linien Durchmesser. ***

Einer von den alten Galvanikern, welcher in der Literatur sehr wenig citirt wird, dessen Angaben mir aber Vertrauen zu verdienen scheinen (was in der Folge weitere Belege finden wird), Grapengiesser, hat wie überall so auch bei seinen Versuchen am Auge grosse Aufmerksamkeit auf die Verschiedenheit in der physiologischen Wirkung der beiden Pole verwendet. Da er anders schaltet als Ritter, so ist bei ihm das Zinkende der Säule der negative Pol. Er sagt: †

* Gilbert's *Annalen*, Bd. XIX, p. 6 ff.

** Ebendaselbst, p. 8 u. 9.

*** Ebendaselbst, p. 7, Anmerkung.

† *Versuche, den Galvanismus* etc., p. 67.

„Bei Verbindung des Auges mit der Zinkseite und des Arms mit der Silberseite, entsteht vom Augenblick der Schliessung an, und bleibt während der ganzen Periode des Geschlossenseins, neben der stärkeren Wirkung auf's Gemeinfühl, bei den meisten Personen die rothe Farbe, und (so paradox dies auch bis jetzt noch scheinen mag) der schwächere Lichtschein; bei der Trennung zeigt sich bei dem starkeren Schlage der Silberseite, und bei dem schwächeren der Zinkseite, die blaue Farbe, und (wenn gleich nur augenblicklich) der stärkere Lichtschein. Im umgekehrten Falle bei Verbindung des Auges mit der Silberseite, und des Armes mit der Zinkseite, erhält sich neben der geringeren Wirkung auf's Gemeingefühl, bei den meisten Personen die blaue Farbe, und der stärkere Lichtschein. Bei der Trennung zeigt sich auf einen Augenblick wieder die rothe Farbe, und der schwächere Lichtschein."

Seine Beobachtungen stimmen, wie man sieht, mit den betreffenden Ritter's überein. Aus einigen Aeusserungen dieses Arztes scheint hervorzugehen, dass er von der Uniformität der galvanischen Reizerscheinung am Sehorgan bei allen Individuen keineswegs so überzeugt gewesen sei, wie man es von anderen Beobachtern anzunehmen Ursache hat.

Von den zahlreichen gleichzeitigen Galvanikern, welche nicht immer die Garantie bieten, dass sie Alles, was sie angeben, auch wirklich selbst beobachtet haben, will ich Augustin * erwähnen. Er baut seine Säule wie Ritter, dem er sich auch überall in seinen Angaben anlehnt. Die galvanischen Farbenbilder im Auge beschreibt er wie dieser. Wenn er beide Augen gleichzeitig in die Kette nahm, so bemerkte er (p. 45), dass das Licht bald in dem einen, bald in dem anderen, bald in beiden Augen vibrirte. Der leicht zu erkennende Grund dieser Erscheinung liegt in einem fehlerhaften Moment des Versuches, welches ich bei den Grapengiesser'schen Ohrversuchen erörtern werde.

Die Angaben Ritter's waren in hohem Grade geeignet, Aufsehen zu erregen. Von einigen Seiten erfuhren dieselben lebhaften Widerspruch. Deshalb sah sich Reinhold veranlasst, bei Gelegenheit der Darstellung seiner mit einer 175paarigen Säule angestellten Versuche mit Wärme zu erklären **, dass er die Ritter'schen alle wiederholt und vollkommen bestätigt gefunden habe. Am Oxygenpole entstehe ein blaues helleres Licht mit verminderter, am Hydrogenpole ein rothes düsteres Licht mit erhöhter Sehkraft.

Später wurde ein Theil der Ritter'schen Angaben auch von Most bestätigt. ***

Die werthvollste und in der Literatur am häufigsten citirte Arbeit in Bezug auf die bei elektrischer Reizung des Sehorganes entstehenden Erschei-

* *Vom Galvanismus und dessen medicinischer Anwendung.* Berlin, 1801.

** Gilbert's *Annalen*, Bd. XI, p. 377 u. 378, Anmerkung.

*** *Ueber die grossen Heilkräfte des in unseren Tagen mit Unrecht vernachlässigten Galvanismus.* Lüneburg, 1823.

nungen hat Purkinje * geliefert. Die Angaben dieses, in der Betrachtung seines dunkeln Sehfeldes besonders virtuosen Forschers bilden bis jetzt die Hauptquelle der Kenntnisse über die elektrischen Lichtempfindungen. Er erbaute seine Säule wie Ritter, so dass also auch bei ihm das Zinkende den positiven, das Kupferende den negativen Pol bildet. ** Das Maximum der von ihm angewendeten Stromstärke entsprang einer Säule von sechzig Plattenpaaren. Er sagt: ***

„Bei geringeren Graden der galvanischen Wirkung lässt sich die Farbe des Lichtscheins nicht genau bestimmen, man kann sie höchstens als ein schwaches Grau ansprechen; erst bei höheren Graden zeigt sie sich am Kupferpol hellviolett, von der Art, wie uns oftmals der Gewitterblitz oder der elektrische Funke erscheint; beim Zinkpol hingegen zeigt sich der Lichtschein als ein gelblicher Dunst, der sich über einen schwarzen Hintergrund zieht...... Die Intension ist ungleich grösser beim violetten als beim gelben Lichtschein." †

Steigerung der Stromstärke, bis zu sechszig Plattenpaaren, vermehrte nur die Intensität, nicht aber die Farbe der Erscheinung. Diese subjectiven Farben modificirten den Eindruck der objectiven, und zwar erblasste lichtgelbe Farbe durch den violetten Lichtschein noch mehr, und lichtviolette Farbe ergraute durch den gelblichen Lichtschein.

Ein neues Moment der Beobachtung brachte Purkinje hinzu, indem er seine Aufmerksamkeit auch auf die Gestalt und den Ort der galvanischen Lichterscheinung richtete. Wenn der positive Pol dem Auge entsprach, so erschien an der Eintrittsstelle des Sehnerven eine hellviolette lichte Scheibe; im Achsenpunct des Auges war ein rautenförmiger dunkler Fleck, mit einem rautenförmigen gelblichen Lichtbande umgeben, auf welches ein finsteres Intervall und noch ein etwas schwächer leuchtendes gelbliches Rautenband folgte; die äusserste Peripherie des Gesichtsfeldes aber deckte ein schwacher, lichtvioletter Schein. Bei der Kettenöffnung kehrten sich die Farben um.

Bei umgekehrter Stromesrichtung, d. h. also, wenn der negative Pol dem Auge entsprach, entstand die Umkehrung der vorigen Erscheinung. An der Eintrittsstelle des Sehnerven war ein finsterer, kreisrunder Fleck, mit einem hellvioletten Scheine umgeben; im Achsenpunct des Sehfeldes eine glänzende hellviolette Rautenfläche. Das Lichtviolett deckte in dieser

---

* *Beobachtungen und Versuche zur Physiologie der Sinne*, von J. Purkinje. Erstes Bändchen. Beiträge zur Kenntniss des Sehens in subjectiver Hinsicht. Zweite unveränderte Aufl. Prag, 1823 (Erste Aufl. erschien 1819.) Zweites Bändchen, Berlin, 1825. — Ferner in Kastner's *Archiv für die gesammte Naturlehre*, 1825, Bd. V, p. 434. (Letztere Quelle ist mir nicht zugänglich gewesen.)

** Vergleiche dagegen: du Bois-Reymond, *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 350, Anmerkung 3. — Purkinje sagt l. c., Bd. I, p. 50, Anmerkung, Folgendes: „Meine Säule war von unten anzufangen auf folgende Art construirt: Zink Kupfer Wasser Zink Kupfer."

*** l. c., Bd. II, p. 33.

† Vergl. dagegen: du Bois-Reymond, *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 354, Zeile 9—12 v. o.

Erscheinung den Grund vollkommen, während das gelbliche Licht, selbst bei den höchsten Stromstärken, nur wie der Ueberzug eines schwachen Firnisses erschien, wie wenn eine gelbe Saftfarbe auf schwarzen Grund aufgetragen wäre. Purkinje sah sich übrigens gezwungen, zur Ausführung dieser Beobachtungen, welche bei ununterbrochener Stromesdauer wegen der Undeutlichkeit der Erscheinung nicht ausführbar waren, eine Reihenfolge von Unterbrechungen der Kette einwirken zu lassen und bewirkte dies dadurch, dass er statt der Leitungsdrähte feine Kettchen, oder, mit noch besserem Erfolge, mit Silberdraht umsponnene Guitarresaiten nahm, welche letztere er während des Versuches streichend aneinander bewegte.

Es erscheinen also nach Purkinje's Beobachtungen die Eintrittsstelle des Sehnerven und die Stelle des deutlichsten Sehens je nach der Verschiedenheit der Stromesrichtung oder desjenigen Poles, welcher der Augenelektrode entspricht, in entgegengesetzten Lichtzuständen. Der negative Pol erleuchtet den Achsenpunct und lässt den Nerven dunkel erscheinen, der positive Pol erhellt den Nerven und lässt den Achsenpunct finster. * Hieraus erklärt Purkinje nun auch die Ritter'sche Angabe, dass bei der einen Richtung des Stromes die Sehobjecte deutlicher, bei der anderen undeutlicher erscheinen. (Dass entsprechend den verschiedenen Polen auch die scheinbare Grösse der Sehobjecte wechsele, konnte Purkinje selbst bei den kräftigsten „Entladungen" nicht beobachten.) Er meint nämlich, da der negative (Kupfer-) Pol den Achsenpunct des Auges mit subjectivem Lichte überziehe, so müssen hierdurch die Licht- und Schattenpartien der Objecte verwischt, und diese dadurch undeutlicher erscheinen. Umgekehrt müsse, wenn der positive Pol den Achsenpunct vom subjectiven Lichte befreit, die Deutlichkeit sichtbarer Objecte, wenn nicht zunehmen, so doch sich gleich bleiben.

Diese scharfsinnige Erklärung wird indessen gegenstandslos, da Ritter gerade das Umgekehrte behauptet, was Purkinje von ihm anführt. Denn, wie bereits oben erwähnt, meldet Ersterer von der Einwirkung des Kupferpoles ein deutlicheres, von der des Zinkpoles ein undeutlicheres Erkennen der Sehobjecte. Dass aber sowohl bei Ritter als in der von mir benutzten Schrift Purkinje's die Pole gleichnamig sind, habe ich schon erwähnt. ** Die in der Bezeichnung der Pole bei

---

* l. c., Bd. II, p. 38. — Vergl. dagegen: Helmholtz, *Handbuch der physiologischen Optik*, 1867, p. 206, Zeile 17 v. u. ff.

** In Voigt's *Magazin*, 1800, Bd. II, p. 358, giebt Ritter den Bau seiner Säule an wie folgt: Zunächst eine Platte Silber, dann feuchte Pappe, dann eine gleiche Platte Silber, dann eine ähnliche von Zink und auf dieser wieder feuchte Pappe und so fort, Silber, Zink, Pappe. Die erstgenannte Silberplatte und Pappe sind unwesentlich und an die Stelle von

den älteren Galvanikern herrschende Verwirrung, deren Folgen selbst die Literatur der Gegenwart noch belasten, ist wohl die am nächsten liegende Erklärung dieses Widerspruchs. * PURKINJE macht bei dieser Gelegenheit die etwas spöttische Bemerkung gegen RITTER, dass man nach seiner Erklärung die betreffende Erscheinung nicht als eine dunkle Qualität des Galvanismus abgesondert hinzustellen brauche. Nach erfolgter Aufhellung jener dunkeln Qualität, welche in Veränderung der Nervenreizbarkeit besteht, ist dagegen die heutige Physiologie allerdings geneigt, die in Rede stehende Erscheinung hieraus zu erklären ** und somit diese, wie viele andere Angaben und Funde JOHANN WILHELM RITTER's zu bestätigen. Die PURKINJE'schen Beobachtungen selbst bestätigen ebenfalls die Hauptpuncte der Angaben RITTER's, also die Verschiedenheit des Farbenbildes, die Verschiedenheit der Einwirkung beim Schlusse und bei der Oeffnung der Kette, den grösseren Glanz der Erscheinung bei der einen von beiden Stromesrichtungen, das Auftreten der Reizerscheinung in der Richtung der Sehachse. In anderen Puncten, wie in Bezug auf die Veränderlichkeit der scheinbaren Grösse der Sehobjecte, die Art der Farbenerscheinungen, die Umkehrung bei hohen Stromstärken, weichen PURKINJE's Beobachtungen von denen RITTER's ab, und in noch anderen Beziehungen, insbesondere auf Gestalt und Ort der Reizerscheinung, enthalten seine Angaben wesentlich Neues. Beiden, so wie überhaupt allen Beobachtern, gemeinsam ist endlich die (wenn auch nicht ausdrücklich ausgesprochene, so doch deutlich zu erkennende) Anschauung, dass die am eigenen Körper beobachteten Erscheinungen auch an anderen Individuen unverändert auftreten müssten.

In Bezug darauf, welcher von beiden Richtungen des Stromes die grössere Intensität der Erscheinung entspreche, kann ich eine Uebereinstimmung zwischen den Angaben RITTER's und PURKINJE's nicht erkennen. Da ich mich hierbei in Widerspruch mit den physiologischen Autoren befinde, so erlaube ich mir, diese meine Auffassung noch insbesondere zu motiviren: PURKINJE sagt: *** „die galvanische Wirkung.... zeigt sich am Kupferpole hellviolett, beim Zinkpole als ein gelblicher Dunst." Und ferner ebendaselbst: „Die Intension ist ungleich grösser beim violetten als beim gelben Lichtschein." RITTER dagegen, der, wie erwähnt, seine Säule

Silber kann bekanntlich Kupfer treten, wie es auch in den meisten RITTER'schen Versuchen geschehen ist. GRAPENGIESSER giebt in seinem Buche p. 24 dieselbe Beschreibung der Ritter'schen Säule.

* PURKINJE selbst hat, wie ich aus Citaten entnehme, in seiner mir nicht zugänglichen Arbeit in KASTNER's Archiv, zu anderen Zeiten mit Säulen gearbeitet, deren Kupferende den positiven, deren Zinkende den negativen Pol bildeten.

** Vergl. HELMHOLTZ, l. c., p. 205.

*** l. c., Bd. II, p. 33.

ebenso baut als PURKINJE, sicht am Zinkpole blau mit erhöhtem, am Kupferpole roth mit vermindertem Lichtzustand im Auge.* Beide verlegen also den grösseren Glanz der Erscheinung an verschiedene Pole, und zwar RITTER an den positiven, PURKINJE an den negativen Pol der Säule.

FECHNER** citirt die Angaben RITTER's und PURKINJE's, ohne selbst Neues hinzuzubringen. Dass er übrigens die Angaben PURKINJE's in Betreff des Ortes der Lichterscheinung auf den Kopf stellt (p. 486, Zeile 9—6 v. u.) und in Bezug auf die Bedingungen des Versuches eine sehr unphysiologische Anschauung der alten Galvaniker festhält (p. 485, dritte Anmerkung), habe ich schon bei früherer Gelegenheit erwähnt. In seinem bekannten *Lehrbuch des Galvanismus und der Elektrochemie*, welches ich auffallender Weise in keiner der hiesigen grossen Bibliotheken aufgefunden habe, spricht sich FECHNER ziemlich scharf gegen die Zuverlässigkeit von RITTER's Beobachtungen aus.

Die Angaben RITTER's und PURKINJE's sind bis heute die Hauptquelle für das in den Lehrbüchern der Physiologie über die galvanische Reizung des Sehorganes Gesagte.

DU BOIS-REYMOND giebt in seiner historisch-kritischen Darstellung der galvanischen Reizversuche auch die Geschichte der am Sehorgane gewonnenen Erfahrungen, indem er das, was sowohl RITTER als PURKINJE als Polwirkung auffassten, gemäss den Ergebnissen der Forschung in Wirkung der Stromesrichtung übersetzt.

Von den neuesten Beobachtern habe ich noch HELMHOLTZ, BRUNNER und FUNKE zu citiren.

Der erstgenannte Forscher giebt folgendes Ergebniss seiner eigenen Beobachtungen an:***

„Wenn ein schwacher aufsteigender Strom durch den Sehnerven geleitet wird. wird das dunkle Gesichtsfeld der geschlossenen Augen heller als vorher und nimmt eine weisslich violette Farbe an. In dem erhellten Felde erscheint in den ersten Augenblicken die Eintrittsstelle des Sehnerven als eine dunkle Kreisscheibe. Die Erhellung nimmt schnell an Intensität ab, und verschwindet ganz bei der Unterbrechung des Stroms, die man bei langsamer Lösung der Hand von dem zweiten Cylinder † ohne Lichtblitz ausführen kann. Dafür tritt nun, im Gegensatz zu dem vorausgegangenen Blau, mit der Verdunkelung des Gesichtsfeldes auch eine röthlich gelbe Färbung des Eigenlichts der Netzhaut ein.

Bei der Schliessung der entgegengesetzten, absteigenden Stromesrichtung tritt der auffallende Erfolg ein, dass das nur mit dem Eigenlicht der Netzhaut gefüllte

* GILBERT's *Annalen*, Bd. VII, p. 474. Vergl. auch DU BOIS-REYMOND, *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 346.

** BIOT's *Lehrbuch der Experimentalphysik*. Zweite Aufl., 1829, Bd. III, p. 485 ff.

*** *Handbuch der physiologischen Optik*. Leipzig, 1867, p. 204.

† HELMHOLTZ benutzt als Elektroden zwei Cylinder, deren einer an der Stirn, der andere in der Hand angelegt wird.

Gesichtsfeld im Allgemeinen dunkler wird als vorher, und sich etwas röthlichgelb färbt; nur die Eintrittsstelle des Sehnerven zeichnet sich als eine helle blaue Kreisscheibe auf dem dunkeln Grunde ab, von welcher Scheibe häufig auch nur die der Mitte des Gesichtsfeldes zugekehrte Hälfte erscheint. Bei Unterbrechung dieser Stromesrichtung wird das Gesichtsfeld wieder heller und zwar bläulichweiss beleuchtet, und der Sehnerveneintritt erscheint dunkel."

Da bei Helmholtz also der negative Pol den Sehnerven erleuchtet, der positive ihn dunkel lässt, so glaube ich hierin das Gegentheil von der Angabe Purkinje's zu erkennen. Die von Letzterem beobachteten rautenförmigen Figuren fand Helmholtz nicht. Die Umkehrung der Erscheinung bei Schliessung und Oeffnung der Kette, welche Ritter zuerst erkannt, bestätigt auch dieser Forscher. Ich finde es bemerkenswerth, dass Helmholtz gegenüber den Ritter'schen Angaben keineswegs eine so grosse Missachtung äussert, als es viele andere Schriftsteller thun. Helmholtz bestätigt ebenfalls die Ritter'sche Beobachtung, dass unter der Einwirkung des positiven Poles die Sehobjecte undeutlicher werden, und erklärt dies aus der gemäss den Gesetzen des Elektrotonus in der von der Anode beherrschten Nervenstrecke Platz greifenden Herabsetzung der Erregbarkeit der Netzhautenden.

Funke * bestätigt ebenfalls die Angabe, dass der Blitz bei der Kettenschliessung lebhafter sei, wenn der Sehnerv in der Richtung von der Netzhaut zum Hirn durchflossen werde. Der Oeffnungsblitz sei lebhafter bei der umgekehrten Richtung. Eine verschiedene Färbung des Lichtbildes konnte er überhaupt nicht wahrnehmen.

Brunner ** sieht am positiven Pole blaugrünlich, bei höheren Stromstärken gesättigt blau, am negativen rothgelb und bei höheren Stromstärken entschieden roth, also ganz wie Ritter. Das blaue Phänomen überwog an Intensität stets das rothe. In Bezug auf Grösse und Deutlichkeit der Sehobjecte vermochte er einen Einfluss des Stromes nicht zu erkennen, obgleich das galvanische Lichtbild in der Sehachse sich befand, denn er sagt sehr bezeichnend (p. 13), dass sich dasselbe beim Schliessen und Oeffnen vor die betrachteten Gegenstände vorschob. Die Andauer der Erscheinung während der Stromesdauer bestätigen alle drei zuletzt genannten Beobachter, indessen geben sie auch ein Undeutlichwerden zu, und ihre, so wie die Aeusserungen sämmtlicher Beobachter in dieser Beziehung sind keineswegs von der Art, dass die von mir später aufgestellte Behauptung, dass bei längerer Stromesdauer jede Licht- und Farbenempfindung im Sehnervenapparate vollkommen verschwinde, mit ihnen nicht in Einklang zu bringen sei.

---

* *Lehrbuch der Physiologie.* Leipzig, 1864, Bd. II, p. 318.

** *Ein Beitrag zur elektrischen Reizung des Nervus opticus.* Experimentaluntersuchung. Leipzig, 1863.

Brunner insbesondere giebt ausdrücklich an, dass während der Stromesdauer eigentlich nur ein der Farbe nach unbestimmbarer Erleuchtungszustand der *Retina* zurückbleibe.

Alle bisher genannten Physiologen,* welche nicht von Polwirkung, sondern von Stromesrichtung sprechen und die älteren Beobachtungen in diesem Sinne übersetzen, vindiciren derjenigen Stellung der Elektroden, wobei der positive Pol das Auge berührt, oder doch dem Auge näher ist, die aufsteigende, der umgekehrten Stellung der Elektroden die absteigende Stromesrichtung.

Ich habe nun endlich noch eine Ansicht Pflüger's zu referiren, welcher zwar keine eigenen Beobachtungen meldet, wohl aber die von Anderen referirten galvanischen Reizerscheinungen des Sehorganes mit den von ihm aufgestellten Gesetzen des Elektrotonus in Einklang zu setzen sucht.

Er sagt:**

„Die Versuche sind nämlich gewöhnlich so angestellt, dass ein Pol von aussen auf das Auge aufgesetzt war, während der andere irgend einen andern Theil des Körpers berührte. In diesem Falle ergoss sich dann der Strom entweder durch das Auge in den Körper, oder aus demselben durch das Auge heraus. Bei der Bestimmung der Stromesrichtung, welche den Sehnerven reizte, nahm man nun immer Rücksicht auf den Stamm des *Nervus opticus*, nicht aber auf die peripherischen Verästelungen in in der Markhaut des Auges, obwohl es doch längst bekannt ist, dass die peripherischen Aeste der Empfindungsnerven und noch mehr ihre Ausbreitungen in der Haut so ausserordentlich viel empfindlicher sind, als die Stämme. Da nun die Enden des *opticus*, die das objective Licht empfindenden Elemente, nicht die Nervenfasern sind, sondern die Schicht der Zapfen und Stabchen der *Retina*, die sogenannte *Membrana Jacobi*, so laufen die letzten Aestchen des Sehnerven aus der Schicht der Sehnervenfasern zu den Zapfen zurück und also offenbar in umgekehrter Richtung wie die Fäden im Stamme des *opticus*. Hieraus folgt also, dass bei allen jenen Anordnungen ganz nothwendig die äussersten Aestchen des *opticus* immer in der umgekehrten Richtung vom Strome durchflossen waren, wie der Stamm und zwar, wie es scheint, sogar noch mit grösserer Dichte, weil nämlich der Nervenstamm weiter vom Pol entfernt ist, als die *Retina*; der Querschnitt der sich erweiternden Strombahn also vermuthlich grösser

* Was in den Schriften der Elektrotherapeuten von der elektrischen Erregung des Sehorganes, so wie der Sinnesorgane überhaupt, mitgetheilt wird, ist höchst dürftig, leidet an mannigfachen Unklarheiten und Widersprüchen und beschränkt sich mit wenigen Ausnahmen auf die Wiedergabe älterer Beobachtungen. Bei einigen werden die Pole als Kupfer- und Zinkpol ohne nähere Erläuterung des Baues der Säule bezeichnet, wodurch sich die Angaben der Kritik gänzlich entziehen. Andere haben sich der bereits erwähnten Anschauung alter Galvaniker noch immer nicht entschlagen, dass die Sehnervenreizung durch Mitwirkung des *Nerv. trigeminus* zu Stande komme; ja man findet sogar den entschiedenen Ausspruch, dass diese Erscheinung auf Reflex von letzterem aus beruhe. Von bedeutenden Bemerkungen über die galvanische Erregung der Netzhaut weiss ich nur die kurze von Ziemssen (*die Elektricität in der Medicin*, dritte Aufl., p. 59), über die Verschiedenheit der Reaction bei einzelnen Individuen anzuführen. Ziemssen's Bemerkung bezieht sich nur auf das Quantitative der Erregung; ich werde Gelegenheit haben, auch in Bezug auf die Qualität des Reizeffectes Verschiedenheiten zu melden.

** *Untersuchungen aus dem physiologischen Laboratorium zu Bonn.* Berlin, 1865. Ueber die elektrischen Empfindungen, p. 170 u. 171.

geworden ist. Dürfen wir nun die wahrscheinliche Annahme machen, dass jene in der Markhaut liegenden Endästchen des Sehnerven ebenso wie die entsprechenden in der äusseren Haut des Körpers bedeutend empfindlicher sind, als der Stamm, so hat aller Widerspruch ein Ende, indem wir dann überall die umgekehrte Stromesrichtung von derjenigen vor uns haben, welche die Experimentatoren anzuwenden glaubten."

Hiermit ist denn die ganze Terminologie der physiologischen Literatur in Bezug auf den Zusammenhang der optisch-galvanischen Reizerscheinungen mit der Richtung des Stromes vollständig auf den Kopf gestellt, und überall, wo bisher von aufsteigenden Strömen die Rede war, müsste nach PFLÜGER die Richtung absteigend genannt werden, und umgekehrt.

Ich hoffe, dass man es mir hiernach nicht zum Vorwurfe machen wird, wenn ich, der Arzt, meine selbständig gewonnene, und seit länger als zehn Jahren ausgesprochene Meinung, bei Elektrisirung des unverletzten menschlichen Körpers exacter Weise nur von Polwirkungen sprechen zu dürfen, auch fernerhin festhalte und glaube, dass aus der schablonenmässigen Benutzung der physiologischen Lehrsätze für die ärztliche Praxis, wie sie von manchen Elektrotherapeuten geübt wird, der ärztlichen Klarheit nur Schaden erwachsen könne.

Nachdem VOLTA in seinem oben angeführten einmaligen Versuche nachgewiesen, dass durch die Einwirkung der Säule auch Gehörsempfindungen erzeugt werden können, wandte der eifrige RITTER auch diesem Gegenstande seine Aufmerksamkeit zu. Er hat verschiedene Mittheilungen über die von ihm in dieser Beziehung angestellten Versuche gegeben.* Die in VOIGT's *Magazin* enthaltene lautet folgendermaassen:

„Das Ohr, oder das acustische Organ, von dessen Untersuchung VOLTA's Erfahrung fast hätte abschrecken können, und die man auch wirklich mit soviel Vorsicht als Uebung betreiben muss, besonders wenn man sie, wie zu den Versuchen, die ich erwähnen will, mit Batterien von 100, 200 und mehr Lagen zu behandeln hat, hat demungeachtet ausserdem, was ich *Ann.* VII, 462—466 schon anführen konnte, noch viele interessante Beobachtungen gestattet. Der Schall z. B., den man vernimmt, wenn man beyde Ohren in die Kette einer starken Batterie bringt,** hat wirklich einen deutlichen Ton, der bey mir noch immer das eingestrichene *g*, oder genauer, ein fast unmerkliches niedriger als $\overline{g}$ ist. Ich bleibe indessen der Kürze wegen bei $\overline{g}$ selbst. Ist nur ein Ohr mit der Batterie verbunden, und die Kette wird mit der Hand der entgegengesetzten Seite geschlossen, so ist, wenn das Ohr mit dem Zinkpol der Batterie verbunden ist, der Ton niedriger als $\overline{g}$, wenn das Ohr hingegen mit dem Silberpol verbunden ist, höher als $\overline{g}$. Ich habe diese Versuche mit möglichster Rücksicht auf alle Nüancen der Quantität sowohl als der Qualität, bey der Schliessung,

---

* GILBERT's *Annalen der Physik*, 1801, Bd. VII, p. 462. — RITTER, *Physisch-chemische Abhandlungen*, 1801, Bd. II, p. 108. — VOIGT's *Magazin* etc., 1802, Bd. IV, p. 584. — RITTER, *Beiträge zur näheren Kenntniss des Galvanismus und der Resultate seiner Untersuchung.* Jena, 1802.

** Bei diesen Versuchen brachte er es nur bis zu 40 Plattenpaaren und schildert die dadurch verursachten Empfindungen als fürchterlich. GILBERT's *Annalen*, Bd. VII, p. 465.

dem Geschlossensein, wie bey der Trennung verfolgt, aber so scharfe Resultate erhalten, als ihre Aufsuchung kostbar für die Gesundheit war.“

Ferner entstand nach RITTER's Beobachtungen bei der Oeffnung der Kette eine Gehörssensation, in welcher von beiden Richtungen auch der Strom durch das Ohr geleitet wurde; dieselbe war schwächer als der bei der Kettenschliessung entstehende Schall. Dieser letztere aber war stärker, wenn der Kupferpol, schwächer, wenn der Zinkpol dem Ohre entsprach. Ausserdem war der unmittelbar nach der Oeffnung vernommene Ton tiefer als $\bar{g}$, wenn der Kupferpol, höher als $\bar{g}$, wenn der Zinkpol dem Ohre entsprach, und endlich stieg die Tonhöhe mit der Stromstärke, wenn der Kupferpol, sank hingegen bei wachsender Stromstärke, wenn der Zinkpol mit dem Ohre in Verbindung stand. Von einer besonderen Klangfarbe, welche der Ton gehabt habe, meldet RITTER nichts.

Ich habe bei der Verzeichnung meiner eigenen Beobachtungsresultate es zweckmässig gefunden, die Erfolge der die Einwirkung der galvanischen Kette constituirenden verschiedenen Reizmomente in leicht übersichtliche Formeln zu bringen. Ich habe zu diesem Zwecke die dem negativen Pole entprechende Elektrode, die Kathode, mit Ka, die dem positiven Pole entsprechende, die Anode, mit A, die Kettenschliessung mit S, die Stromesdauer mit D, die Kettenöffnung mit O, die erzeugte Gehörssensation je nach ihrem Charakter, also z. B. mit T (Ton), und zwar je nach ihrer Intensität mit T', T oder t bezeichnet.

Wenn ich diese Bezeichnungen auf die RITTER'schen Beobachtungen übertrage, so ergiebt sich für die Wirkung des Stromes auf das Gehörorgan folgende Formel:

$Ka\ S\ T'$
$Ka\ D\ T\infty$ (bei gesteigerter Stromstärke höher als $\bar{g}$, etwa gis)
$Ka\ O\ t$ (tiefer als $\bar{g}$)
$A\ S\ T$
$A\ D\ T\infty$ (bei gesteigerter Stromstärke tiefer als $\bar{g}$, beinahe $\bar{f}$)
$A\ O\ t$ (höher als $\bar{g}$)

Uebereinstimmend mit der Angabe VOLTA's sind hier die unendliche Dauer der Gehörsempfindung während der Stromesdauer und das Auftreten derselben in beiden Stromesrichtungen und bei denselben Reizmomenten, sodass also bei RITTER wie bei VOLTA beide Ohren gleichzeitig erregt wurden, wenn der Strom gleichzeitig durch beide geleitet wurde. Die Sensation hat aber einen wesentlich anderen Charakter, denn sie ist ein genau bestimmbarer und in zu verschiedenen Zeiten wiederholten Versuchen sich gleich bleibender Ton. Bei gleichzeitiger Durchleitung des Stromes durch beide Ohren entstand nach der Angabe RITTER's in beiden derselbe Ton, nämlich ein aus Verschmelzung der beiden ver-

schiedenen Töne, welche bei Einzelbehandlung der Ohren den beiden entgegengesetzten Richtungen entsprechen, entstandener Mittelton.

Auch Grapengiesser beschäftigte sich eingehend mit der galvanischen Reizung des Gehörorganes, insbesondere bei Ohrenkranken, und er wird von den Schriftstellern unter den Gewährsmännern für die betreffenden Erscheinungen angeführt. Er beobachtete für gewöhnlich nur „Sausen und Brausen." Indessen führt er beiläufig an, dass auch andere Empfindungen vorkommen: *

„Das Ohrensausen ist übrigens in Rücksicht seiner Qualität und Stärke sehr verschieden. Die gewohnlichste Art ist, dass es dem Patienten scheint, er höre den zischenden Ton eines kochenden Theekessels; ein anderer hört Klingen und Glockenläuten, ein dritter glaubt, dass draussen ein heftiger Sturmwind wehe; einem vierten scheint es, dass in jedem Ohre eine Nachtigall mit dem schmetterndsten Tone schlüge."

Die Fortdauer der Gehörsempfindung während des Geschlossenseins der Kette betont er nicht ausdrücklich, und es scheint mir nicht, dass man seine Angaben zu denen rechnen dürfe, welche jene Fortdauer bejahen. ** Ja eine Aeusserung von ihm selbst, die ich sogleich anführen werde, scheint mir sogar eher dagegen als dafür zu sprechen, dass die von ihm erzeugten Gehörsempfindungen während der Stromesdauer anhielten. Er brauchte nämlich vielgliedrige Ketten als Leitungsschnüre, *** deren Schwingungen eine fortwährende Reihe von Stromesunterbrechungen zu erzeugen offenbar geeignet waren. Diese die Beobachtung der Wirkung der eigentlichen Stromesdauer unmöglich machenden Schwingungen führt er, in der Meinung einem Stocken des Stromes dadurch vorzubeugen, sogar absichtlich aus. Er sagt nämlich: †

„Damit der galvanische Strom nicht in's Stocken gerathe, und dann auf einmahl zu stark und zu heftig wirke, oder gar Schlage gebe, so thut man am besten, wenn man ihn durch anhaltende Bewegung der Ketten (welche auch am besten von feinem Silberdrahte gemacht sind, wegen des Hindernisses, das durch die leichte Verkalkung der messingenen entsteht) immer im Gang zu erhalten sucht."

Es scheint hiernach, das Grapengiesser das Schweigen des Hörnerven während der Stromesdauer als ein Zeichen von Stocken des Stromes ansah, welches er sich beeilte, durch Schütteln der zuleitenden Kette aufzuheben, dadurch natürlich das gerade Gegentheil erreichend von dem, was er wollte.

Vorwiegende, aber nicht besonders erfolgereiche Aufmerksamkeit hat Grapengiesser auf den Unterschied in der Wirkung der beiden entgegengesetzten Stromesrichtungen verwendet. Die Zinkseite seiner Säule ent-

* *Versuche* etc., p. 133.

** Genaueres hierüber s. im kritischen Nachtrag.

*** l. c., Tafel II, Fig. 2.

† l. c., p. 168.

spricht dem negativen Pole derselben.* Auch er beobachtet, wie Volta und Ritter, gleichzeitige Gehörsempfindungen in beiden Ohren, wenn er durch beide zugleich den Strom leitet. Er sagt:**

„Bei der Application zweier Conductoren von den beiden Polen der Säule in die Gehörgänge ist es der von der Zinkseite, welcher weit stärker wirkt, stärkere Schläge giebt, und mit schneidenden, nach allen Richtungen gehenden Strahlen tiefer eindringt, auch mehr auf das Gehörorgan selbst wirkt, einen grösseren Schall und das stärkere Sausen und Brausen hervorbringt. Dahingegen der von der Silberseite weniger Sausen macht, und mehr einen drückend brennenden Schmerz im Gehörgange selbst hervorbringt. Im Zustande von geringerer Erregbarkeit bringt der Zinkpol diese Wirkungen nur allein, der Silberpol gar keine hervor."

Ritter, dem seine Empfindung des eingestrichenen *g* als alleinige wahre Acusticusreizung imponirte, hatte das von Grapengiesser beobachtete Sausen und Brausen gar nicht als subjective Gehörssensation anerkennen, sondern aus der durch den Strom bewirkten Zersetzung der Feuchtigkeiten und damit Hand in Hand gehenden Gasentwicklung im Ohre herleiten wollen.

„Ganz unabhängig von allen übrigen schallerzeugenden Ursachen in diesen Versuchen ist das lärmende Brausen, das man gewöhnlich in dem Ohre, das mit der Silberseite der Batterie verbunden ist, hört. Der Draht in diesem Ohre erzeugt nämlich aus der Feuchtigkeit in dessen Gehörgange Wasserstoffgass, dessen Entbindung dieses Geräusch hervorbringt. Die Drähte auf der Zinkseite waren in allen Versuchen oxydirbarer Natur, daher oxydirten sie sich, und die Gaserzeugung und damit alles davon herrührende Geräusch blieb weg." ***

Grapengiesser † bekämpft diesen Einwurf mit Gründen, die zum Theil beweiskräftig sind. Der wichtigste unter ihnen ist der, dass das erzeugte Sausen die Kettenöffnung oft überdauert, eine Thatsache, welche sich bei Ohrenkranken, wie später gezeigt werden wird, allerdings mitunter constatiren lässt. Dass Ritter übrigens die Versuche Grapengiesser's mit ungünstigem Auge ansah, ist sehr erklärlich. Das Verdienstliche seiner eigenen kühnen Versuche mit Säulen von 200 und mehr Paaren war sehr in Gefahr hinfällig zu werden, wenn Grapengiesser mit Strömen von ganz unbedenklicher Stärke den Zweck der Hörnervenerregung ebenfalls erreichte. Kam dieser doch sogar in einzelnen Fällen mit einem einzigen Plattenpaare zu demselben Ziele, indem er die beiden Metallplatten auf Blasenpflasterwunden hinter den Ohren anbrachte und sie durch silberne oder goldene Kettchen mit einander verband. ††

---

* l. c, p. 24 u. 25.

** l. c., p. 50, 51, 72, 73.

*** Ritter in Gilbert's *Annalen*, 1801, Bd. VII, p. 465, Anmerkung.

† l. c., p. 51.

†† l. c., p. 177—181.

Es scheint, dass GRAPENGIESSER der Einzige gewesen ist, welcher durch die einfache Kette Gehörsempfindungen hervorgebracht hat. Dass aber an der Thatsächlichkeit seiner Beobachtung ein Zweifel nicht erlaubt sei, hiefür werden an späteren Stellen dieser Arbeit Beweise beigebracht werden.

Die bisher Genannten waren keineswegs die Einzigen, welche sich in den ersten Jahren des Jahrhunderts mit der galvanischen Reizung des Gehörorganes beschäftigten. Die noch mit einem mystischen Schleier umgebene physiologische Wirkung der Elektricität und die diagnostische und therapeutische Hülflosigkeit der Aerzte in den Ohrenkrankheiten wirkten zusammen, um an den verschiedensten Orten ebenso eifrige als unklare Versuche zur Heilung von Ohrenleiden durch Galvanismus auftauchen zu lassen. Von dem Eifer, mit welchem die Aerzte überhaupt, sanguinischer Erwartungen voll, sich auf die Volta'sche Säule warfen, mag die unten folgende Auswahl aus den in den Jahren 1801—1803 erschienenen bezüglichen Schriften eine Vorstellung geben. *

Man sollte nun glauben, es sei wenigstens die Möglichkeit der elektrischen Reizung des Hörnerven nach den bisherigen Erfahrungen allgemein als festgestellt betrachtet worden. Dies ist indessen keineswegs der Fall. Auch waren bei näherer Betrachtung in der That die angewendete Methode sowohl als deren Erfolge nur wenig übereinstimmend und noch weniger ermuthigend, denn wenn schon VOLTA seinen mit einer 30paarigen Säule angestellten Versuch als schmerzhaft und bedenklich schildert, so musste die bewunderungswürdige Hingebung, mit welcher RITTER die siebenfache Stromstärke durch seinen Kopf leitete, nothwendig eine einzige bleiben. **

* AUGUSTIN, *Versuch einer Geschichte der galvanischen Elektricität und ihrer medicinischen Anwendung.* Berlin, 1801. (Findet ebenfalls nur einen quantitativen Unterschied in der Wirkung der beiden Pole auf den Hörnerven.) — Derselbe, *Vom Galvanismus und dessen Anwendung*, 1801. — MERZDORFF, (*Behandlung des Ohrensausens durch den galvanischen Strom*) bei GRAPENGIESSER, 1801, p. 131 u. 132. — FLIES, (*Galvanotherapeutische Versuche*). Ebendas., 1801, p. 241—252. — HELLWAG, *Ueber Galvanismus.* Hamburg, 1802. (Heilungen von Taubheit.) — STRUWE, *System der medicinischen Elektricität mit Rücksicht auf den Galvanismus.* 1802. — WOLKE, *Nachricht von den zu Jever durch die Galvani-Volta'sche Gehörgebekunst beglückten Taubstummen* etc. Osnabrück, 1802. (Der Titel ist keineswegs ironisch gemeint.) Das Buch empfiehlt dem Kaiser Alexander I. von Russland die Anlegung von „Lehr- und Gehörgebeanstalten" für Taubstumme auf Grund zahlreicher vom Apotheker SPRENGER an Solchen mit Hülfe der Säule ausgeführten Heilungen! SPRENGER selbst hat sein Verfahren, welches so unklar und oberflächlich als möglich ist, beschrieben in GILBERT's *Annalen*, 1802, Bd. XI, p. 354 ff. Es ist bezeichnend für die Entwicklungsgeschichte der Lehre vom Galvanismus und seiner Einwirkung auf den thierischen Körper, dass eine Schrift wie diese der Aufnahme in einem Werke wie GILBERT's *Annalen* würdig erachtet werden konnte. Heutzutage würde sie bei dem Fortsetzer dieser Annalen ohne Zweifel in den Papierkorb wandern. — MARTENS, *Therapeutische Anwendung des Galvanismus*, 1803. Von demselben wurde die Herausgabe eines Journales in Leipzig angekündigt, „worein die Beschreibung aller von Voltaisch elektrisirenden Aerzten angestellten Versuche zur Herstellung der mangelnden Sinne und zur Verbesserung der fehlerhaften wird aufgenommen werden." s. WOLKE, p. 219.

** Einzelne Versuche mit vielpaarigen Säulen sind in damaliger Zeit wohl noch hier und da vorgenommen worden u. A. von HERMBSTÄDT, aber ohne nennenswerthe Erfolge.

Grapengiesser's Versuchen dagegen, mit mässigen, ja winzigen Stromstärken angestellt, wurde es, wie man gesehen hat, bestritten, dass er dadurch eine wirkliche directe Reizung des Hörnerven erzielt habe. Hierzu kam, dass wie bei Grapengiesser so bei Anderen mannigfache Unklarheiten der physikalischen Deutung (um von der physiologischen gar nicht zu sprechen) unterliefen und daher die Arbeiten dieser Autoren nicht geeignet erschienen, dem Gegenstande ein bleibendes Interesse zu sichern. Sicherlich sind insbesondere Physiker von Fach, Allem, was an die von Volta scheinbar vernichtete Idee von thierischer Elektricität erinnerte, ohnehin abhold, zu jener Zeit oft genug bereit gewesen, die galvanischen Reizversuche am menschlichen Körper als fruchtlose Spielereien zu betrachten. Die durch die bisherigen Bemühungen an den Tag gebrachten Thatsachen verfallen von jetzt ab mit jedem Jahre mehr dem Schicksal unverstandener empirischer Erfahrungen und gehen der Vergessenheit entgegen. Alle Physiker und Physiologen, welche im Laufe der nächsten sechzig Jahre sich gelegentlich der galvanischen Hörnervenreizung erinnern und sie aus dem Staube des *curiosen Winkels* hervorholen, um sie von Neuem zu versuchen, äussern sich, die Nächsten zweifelnd, Spätere sogar entschieden verneinend über die Möglichkeit, auf diesem Wege eine wirkliche Gehörssensation hervorzurufen.

Nichts kann für die Geschichte wissenschaftlicher Entdeckungen lehrreicher sein, als das Schicksal der alten Versuche zur galvanischen Reizung des Hörnerven. Unter den späteren Forschern, welche die Möglichkeit dieser Reizung geradezu in Abrede stellen, befinden sich Namen vom allerbesten Klange. Man muss sich hierbei unwillkührlich die Frage vorlegen: haben diese Männer denn wirklich geglaubt, Volta, Ritter und die anderen alten Galvaniker haben sich die von ihnen gehörten Töne und Geräusche eingebildet?* In der That ein nacktes Factum, und sei es auch noch so tönend, hat keine bleibende Stätte in der Geschichte der Wissenschaft; das leichteste Gewand theoretischen Verständnisses aber, sei es auch ein dürftiger Fetzen, sichert ihm Leben und Entwicklung.

Unter den Naturforschern von Bedeutung, welche die Versuche zur galvanischen Reizung des Gehörnerven wieder aufnahmen, habe ich zunächst Paul Erman zu nennen. In einem Aufsatze über *Muskular-Contraction*** äussert er sich über die „Sensation, die wir haben, wenn wir das Ohr in den Kreis der Säule bringen," folgendermaassen:

* Zum Theil wohl allerdings. Dies beweist die missachtungsvolle Aeusserung über Ritter, mit welcher E. H. Weber seine Mittheilungen über den negativen Erfolg der Versuche seines Bruders zur elektrischen Reizung des Gehörorganes einleitet.

** Gilbert's *Annalen*, 1812, Bd LX, p. 27 u. 28.

„Eine eigentliche vollkommen specifische Gehör-Affection ist sie meines Erachtens nicht zu nennen, wenigstens nicht in dem Sinne, wie unter ähnlichen Umständen auf der Zunge und im Auge Sinnes-Affectionen entstehen. Bei diesen nehmen wir ein bestimmtes Licht, einen bestimmten Geschmack wahr; bei dem galvanisch gereizten Ohr hingegen konnte ich nie einen bestimmten Ton, eine eigenthümliche Art des Klanges gewahr werden. Das Ganze beschränkte sich auf wiederholte Impulse im Innern des Kopfes, deren zweideutiges Gefühl zwischen Coenästhesis und Gehör so schwankte, dass man es am besten beschreibt, als die Wahrnehmung einer Reihe von Kugeln, die durch den Gehörgang rollen; eine Beschreibung, die ich in der That von Tauben sehr oft erhielt.

Seitdem hat indess der zu früh verstorbene Ritter behauptet, es entstehe durch diese Reizung eine wirklich qualificirte Gehör-Affection, ein wahrer Ton, dessen musicalischen Werth er angiebt, und sogar verschieden findet bei der Schliessung und bei der Trennung. Ich nahm daher Gelegenheit, die Beobachtung zu wiederholen, sowohl an mir selbst, als an zwei Subjecten, die durch Beobachtungsgeist und Interesse für Physiologie sich besonders dazu eigneten. Wir armirten theils einen, theils beide Gehörgänge, theils auch die *Tuba Eustachii;* obgleich wir aber sehr verschiedene elektrische Intensitäten anwendeten, gelang es doch Keinem von uns, je einen eigentlichen Klang, einen bestimmten Ton zu hören. Die ganze Wahrnehmung beschränkte sich nach wie vor auf eine Reihe von Impulsen im Innern des Kopfes, die wegen ihres Entstehung-Ortes allerdings in die Vorstellung von Geräuschen übergingen, wie etwa jede leise Percussion der äusseren Fläche der Gehörgegend, die aber nie einen eigenthümlichen vergleichbaren Ton constituirten.

Es ist diesem nach nicht möglich, den Gehörnerven durch Galvanismus so zu erreichen, dass wir ihn in die zu seiner eigenthümlichen Function bestimmten Bewegungen versetzen könnten. Er scheint sich durch seine tiefere Lage, und vielleicht mehr noch durch die isolirende Umgebung der Knochen dieser Einwirkung zu entziehen; und es erklärt sich vielleicht durch diesen Umstand die Nicht-Erfüllung so vieler sanguinischer Hoffnungen, die man anfänglich über die galvanischen Kuren der Taubheit hegte. Was aber diese pseudo-acustischen Wahrnehmungen ihrem Wesen nach sein mögen, entgeht uns nunmehr nicht. Ihre Aehnlichkeit mit demjenigen, was wir bei jeder durch den Willen bedingten Turgescenz ebenfalls durch das Gehör empfinden, deutet meines Erachtens bestimmt genug auf Identität der Ursache in beiden Fällen. Die durch den galvanischen Reiz anschwellenden Muskeln der Gehörgegend gerathen während ihres erhöhten Cohäsions-Zustandes in den uns bereits von der Adhäsions-Platte * her bekannten Wechsel von Contraction und Relaxation; die innige Verbindung dieser Muskeln mit dem Gehörwerkzeuge verwandelt geradezu das kriebelnde coenästhetische Gefühl aller andern Turgescenzen in eine acustische Sensation, und diese Erscheinung ist füglich zu betrachten, als ein neuer Beleg zu den elektrischen Beweisen, um die wir uns bemühten, dass bei jeder anhaltenden Muskular-Contraction ein steter Wechsel im Cohäsions-Zustande Statt findet, die Turgescenz sey bestimmt durch den Willen oder durch eine äussere widernatürliche Reizung."

Von jetzt aber hören selbständige und nennenswerthe Untersuchungen über die Einwirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan für vier

---

** Bezieht sich auf einen früher von dem Verfasser beschriebenen Versuch.

Jahrzehnte völlig auf. Nach 1809 gab Hildebrandt,* gestützt auf Volta's und Ritter's Versuche, an, dass die specifische Empfindlichkeit des Hörnerven sich durch den Galvanismus erregen lasse. Im Jahre 1828 äusserte sich Pfaff ** über die Ritter'schen Angaben in Betreff der elektrischen Gehörsempfindungen folgendermaassen:

„Man wird zugeben müssen, dass ein sehr feiner Beobachtungsgeist nöthig ist, um solche Bemerkungen mit einer solchen Bestimmtheit machen zu können. Meine eigenen Beobachtungen stimmen mit denen Ritter's nur in Betreff des Geschmacks überein, und in Hinsicht auf die Einwirkung auf das Auge glaubte ich bisweilen etwas Aehnliches beobachtet zu haben."

Spätere Forscher schweigen über diesen Punct, wie Magendie,*** Rudolphi,† oder notiren ebenfalls nur die Angaben der genannten alten Galvaniker, wie J. Müller.††

Der Erste, welcher die Versuche wiederum nachdrücklich aufgenommen hat, ist, so viel ich sehe, R. Wagner. Es war in der Zwischenzeit durch Faraday die Inductionselektricität entdeckt worden, und die neuen bequem zu handhabenden Apparate waren die Veranlassung, dass von vielen Seiten mit frischem Eifer Reizversuche am menschlichen Körper angestellt wurden. Es ist bemerkenswerth, dass man seit dem Bekanntwerden der Inductionselektricität sehr lange unklar geblieben ist über den Unterschied in der Wirkungsweise dieser Elektricitätsquelle und der Volta'schen Säule oder Batterie auf den menschlichen Körper. Erst in neuerer Zeit und namentlich durch ärztliche Beobachtungen ist dieser tiefgehende Unterschied an das Licht gestellt worden. So stellt Wagner die in Bezug auf die Sinnesorgane mit den Thatsachen durchaus in Widerspruch stehende Behauptung auf: ††† „zu vielen subjectiven Versuchen, namentlich zu Reizungsversuchen der Sinnesorgane, dienen am besten Inductionsapparate." Mit solchen (und zwar durch Stahlmagnete inducirten Strömen) hat er denn auch die Versuche am Gehörgane angestellt. Er sagt hierüber: *†

„Aber so leicht es ist, sich von der subjectiven Lichtentwicklung im Auge auf Anwendung des Galvanismus zu überzeugen, so schwierig ist es, Töne im Ohr hervorzurufen."

Und weiter in einer Anmerkung:

„In den physiologischen Lehrbüchern wird gewöhnlich der Physiker Ritter als Gewährsmann angeführt, welcher durch Anwendung des Galvanismus im Ohr Schall-Empfindung gehabt haben will. Ich habe an mir und sehr vielen Zuhörern Versuche,

---

* *Lehrbuch der Physiologie.* Vierte Aufl., p. 260.

** Gehler's *physikalisches Handwörterbuch*, 1828, Bd. IV, Abth. II, p. 937 u. 938.

*** *Grundriss der Physiologie.* Aus dem Franz. von Heusinger. Eisenach, 1820.

† *Grundriss der Physiologie* Berlin, 1821.

†† *Handbuch der Physiologie des Menschen.* Zweite Aufl. Coblenz, 1835.

††† *Lehrbuch der speciellen Physiologie.* Zweite Aufl. Leipzig, 1843, p 314.

*† l. c., p. 378.

freilich nicht mit sehr starken galvanischen Strömen angestellt, aber ohne alles Resultat. Der § 266 beschriebene, kräftig wirkende Inductionsapparat wurde auf die mannichfaltigste Weise mit dem äusseren Ohr, den Kopfknochen, dem mit leitenden Flüssigkeiten gefüllten äusseren Gehörgang etc. in Berührung gebracht. Immer erschienen dabei die Lichtmassen in beiden Augen, nie Töne. Unter etwa 70 Personen waren nur 2, welche, aber ohne sich genaue Rechenschaft davon geben zu können, Töne wahrgenommen haben wollten."

WAGNER hat diese Versuche später noch fortgesetzt. In der dritten Auflage desselben Lehrbuches vom Jahre 1845, p. 373, wiederholt er die eben angeführte Stelle mit der Veränderung, dass er anstatt 70 Personen, welche ihm zu den Versuchen gedient haben, deren 150 angiebt.

Noch entschiedener urtheilt E. H. WEBER. Er sagt: *

„RITTER, der so Manches beobachtet hat, was sich nicht bestatigt hat, erzählt, er habe bei der Schliessung der Kette den Ton $\bar{g}$ wahrgenommen. Mein Bruder, EDUARD WEBER, füllte seine beiden Gehörgänge mit Wasser an und brachte nun in sie zwei Metallstäbchen ein, durch die er eine Kette schloss, in welcher durch Induction zweier sehr grosser Magnete ein starker Strom, unter besonders günstigen Verhältnissen erregt wurde. Er empfand, so oft die Induction geschah, Licht, das quer durch den Kopf zu gehen schien, nahm aber keinen Ton und überhaupt keinen Schall wahr. HEYDENREICH (FRORIEP's *Notizen*, Bd. VIII, S. 34) giebt an, er habe zwei dicke Bleidrähte tief in den äusseren Gehörgang geschoben. Aber das schwirrende Summen und Brausen, welches stossweise entstanden sei, wenn er mittels der Drähte eine Säule geschlossen habe, sei dem ahnlich gewesen, welches auch dann entstanden, wenn keine Säule damit in Verbindung war. Es scheint daher nicht so, als ob der elektrische oder galvanische Stoss unmittelbar durch seine Einwirkung auf den Gehörnerven die Empfindung eines Schalles erregen könnte. Mittelbar kann er es unstreitig, denn wenn er z. B. die Muskeln der Gehörknöchelchen zur Zusammenziehung reizt, so muss das Trommelfell erschüttert, und es kann dann ein Schall empfunden werden, den freilich kein Anderer hören kann."

E. HARLESS ** dagegen macht, ob auf Grund eigener oder fremder Erfahrungen lässt sich nicht ersehen, die einfache Angabe, dass elektrische Ströme ebenso wie Blutcongestionen im Stande seien, die stärksten Gehörsempfindungen hervorzurufen.

LONGET *** zweifelt nicht daran, dass der Hörnerv galvanisch gereizt werden könne wie jeder andere Sinnesnerv. Ebensowenig zweifelt er, dass der Strom beim VOLTA'schen Experiment (Durchleiten eines Stromes von 40 Plattenpaaren durch beide Ohren zugleich) die Hörnerven traf.

BUDGE sagt: †

„Durch elektrische Reizung entstehen gleichfalls manchmal Gehörempfindungen."

SCHIFF †† äussert sich dahin, dass über die elektrische Erregung des

* WAGNER's *Handwörterbuch der Physiologie*, 1846, Bd. III, p. 508. Artikel *Tastsinn*.
** Ebendas. 1853, Bd. IV, p. 312. Artikel *Hören*.
*** *Traité de physiologie*, 1850, T. II, 2, p. 73.
† *Memoranda der Physiologie*. Fünfte Aufl., 1853, p. 332.
†† *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, 1858—59, Bd. I, p. 87.

Gehörorganes ebensowenig etwas Bestimmtes angegeben werden könne, als über die des Geruchsorganes.

Ludwig * sagt, man zähle zu den Schall erregenden Mitteln erfahrungsgemäss nur mechanische Erschütterungen, seitdem es durch Weber zweifelhaft geworden, ob durch den elektrischen Strom Schallempfindung zu erzeugen sei.

Adolf Fick ** äussert sich:

„Es steht noch nicht unzweifelhaft fest, ob man den Gehörnerven durch andere von aussen angebrachte Reize (chemischen, elektrischen, thermischen) zur Reaction mit seiner specifischen Energie, oder zur Reaction überhaupt bringen kann.“

Ich schliesse diese Reihe von Citaten aus den Werken der Physiologen, welche beweist, dass es in der Physiologie wohl kaum eine Materie giebt, über welche die Ansichten so unsicher, schwankend und widerspruchsvoll sind, als die elektrische Reizung des Hörnerven, mit der Aeusserung desjenigen Forschers, dessen Hand das Lehrgebäude von der thierischen Elektricität endlich in einer Weise aufgerichtet hat, dass spätere Arbeiten wohl den inneren Ausbau zu fördern, nicht aber die unerschütterlichen Grundmauern zu verändern vermögen. Den entschieden negirenden oder zweifelnden Angaben Anderer gegenüber äussert sich du Bois-Reymond mit bemerkenswerther Vorsicht. Er sagt bei Gelegenheit der Besprechung der Ritter'schen Angaben: ***

„Leider haben uns die grossen Uebelstände, mit denen auch diese Versuche für den Beobachter verknüpft sind, einer Wiederholung derselben und somit einer erfahrungsmässigen Controlle der Ritter'schen, gerade in diesem Puncte ihrer ganz besonders bedürftigen Aussagen beraubt.“

Seitdem diese Worte geschrieben, bis auf die gegenwärtige Zeit, sind eingehende Untersuchungen über die Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Strom nicht angestellt worden. †

Die siebzigjährige Geschichte der elektrischen Reizung des Gehörorganes schliesst demnach mit dem sonderbaren Ergebniss:

Es ist nicht festgestellt, ob, und es ist unbekannt, wie der Gehörnerv auf die Einwirkung elektrischer Ströme reagire.

---

* *Lehrbuch der Physiologie des Menschen.* Zweite Aufl., 1858, p 373.

** *Compendium der Physiologie des Menschen.* 1860.

*** *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 345.

† Allerdings sind von ärztlicher Seite zu verschiedenen Zeiten bejahende Angaben über die elektrische Reizung des Gehörorganes gemacht worden. Aber auch diese stehen unter sich in buntestem Widerspruch. Das, was sich von solchen Angaben, trotz seiner Dürftigkeit, der kritischen Controlle nicht gänzlich entzieht, werde ich in dem kritischen Nachtrage zur Geschichte berücksichtigen, wo ich auch der durch meine eigenen vorläufigen Mittheilungen über die vorliegende Untersuchung veranlassten Aeusserungen von anderer Seite Erwähnung thun werde.

VORRICHTUNGEN.

Die von mir zu der folgenden Untersuchung benutzten Vorrichtungen bilden einen Theil der grossen Apparate für Batterie- und inducirte Ströme, welche mir bei meiner elektrotherapeutischen Thätigkeit überhaupt dienen. Die Zusammensetzung dieser Apparate, welche aus dem zuerst von Remak bekannt gemachten Siemens-Halske'schen Apparate hervorgegangen sind, weicht wesentlich von der Zusammensetzung derjenigen Vorrichtungen ab, welche bisher in der elektrotherapeutischen Literatur beschrieben worden sind. Nicht die leicht zu befriedigende Sucht, die nur allzu grosse Zahl der schon bekannten Apparate für den ärztlichen Gebrauch der Elektricität noch zu vergrössern, sondern das Bedürfniss, gewissen Forderungen gerecht zu werden, welche durch die bekannten Apparate nicht erfüllt werden, war es, welches mich auf opferreichen Umwegen zur Construction der von mir gebrauchten Form gelangen liess, und es ist die Gewissheit, dass diese Form mehr und Besseres leiste, als die bisher beschriebenen, welche mich bestimmt, sie nach vieljähriger Prüfung für weitere Kreise bekannt zu machen, als es bisher geschehen.*

Hier beschränke ich mich hauptsächlich auf die Beschreibung des elektro-otiatrischen Apparates ** und werde mich bemühen, für die Herren Ohrenärzte, welche meine Methode zu prüfen wünschen, die zur möglichsten Vereinfachung der Einrichtung dienenden Andeutungen zu geben.

---

* Die wesentlichsten der von mir gebrauchten Modificationen des elektrotherapeutischen Apparates befinden sich seit Jahren in den Händen hiesiger Collegen und in verschiedenen hiesigen Hospitälern und Heilanstalten, wo über die durch sie gebotenen Vortheile für Diagnostik und Therapie ein Zweifel nicht obwaltet. Von den allein zu elektro-otiatrischen Zwecken bestimmten Vorrichtungen befinden sich die wichtigsten Theile in den Händen der Herren Dr. Hagen zu Leipzig und Prof. Moos zu Heidelberg, denen ich dieselben übermittelt habe.

** Andere Theile des von mir gebrauchten elektrotherapeutischen Gesammtapparates werden in einem der nächsten Hefte dieser Schrift beschrieben werden.

1. Stromgebender Theil der Vorrichtung.

a. Grosse, unbewegliche Stromquellen.

Von Batterieen ist eine jede brauchbar. Zu meiner Untersuchung diente hauptsächlich eine Zink-Kupfer-Batterie, neben welcher ich auch Zink-Kohlen-Batterieen in Gebrauch gezogen habe. Erstere, besonders die SIEMENS'sche Modification der DANIELL'schen Batterie, ist vorzuziehen, weil sie einen beständigeren Strom giebt und sich langsamer erschöpft. Für otiatrische Zwecke genügen etwa zwanzig Elemente; von dem von diesen gelieferten Strome hat man in der Regel nur einen kleinen Theil nöthig.

b. Transportable Stromquellen.

Dieselben können für die Privatpraxis der Ohrenärzte ein Bedürfniss sein. Ich habe dergleichen zu Demonstrationen ausser dem Hause benutzt. Die bekannten STÖHRER'schen Zink-Kohlen-Batterieen mit Tauchvorrichtung sind hierzu brauchbar. Für Solche, die nur elektro-otiatrische Zwecke verfolgen, empfehle ich eine im Atelier von SIEMENS und HALSKE verfertigte (jetzt von KRÜGER und HIRSCHMANN in Berlin zu beziehende) Vorrichtung. Dieselbe besteht aus einem leicht zu handhabenden Kasten, dessen Deckel durch Spiralfedern in die Höhe gedrückt wird. An der unteren Fläche des Deckels sind dreissig kleine Zink-Kupferelemente befestigt und so miteinander und mit elf Contactschrauben auf der oberen Fläche des Deckels verbunden, dass man jede beliebige Zahl derselben, welche sich durch Drei theilen lässt, in die Kette nehmen kann. Im Boden des Kastens befindet sich ein aus dreissig Zellen bestehender Einsatz aus Gutta-Percha, der zur Aufnahme von schwefelsauerem Wasser bestimmt ist. Um den Apparat in Wirksamkeit zu setzen, senkt man den Deckel und fixirt ihn durch dazu bestimmte Haken.

Wo keine Batterie zur Hand ist, da genügt auch eine gewöhnliche Volta'sche Säule. Man lasse dieselbe horizontal in einen Kasten fassen, bringe eine auf das eine Ende der Säule wirkende Schraube an, um den Contact der Platten verstärken zu können, und befestige an jede der beiden Endplatten der Säule eine Contactschraube; so hat man eine leicht transportable Stromquelle, welche, abgesehen freilich von der bei der Säule so häufig nöthigen Reinigung, bei Behandlung des Gehörorganes sowohl, als aller anderen Sinnesorgane, eine Batterie zu ersetzen im Stande ist.

2. Leitungsapparate.

a. Stromwähler.

Bei der ursprünglichen und noch jetzt allgemein gebrauchten Form des SIEMENS'schen Apparates besteht dieser zur Regulirung der Strom-

stärke bestimmte Theil aus einer senkrecht stehenden Holzplatte, auf welcher einundzwanzig Metallknöpfe in zwei Halbkreisen, deren Einer elf, der Andere zehn solcher Knöpfe enthält, angebracht sind. Die den ersten Halbkreis bildenden Knöpfe sind mit den Ziffern 0, 1 bis 10, die des zweiten mit 0, 10 bis 100 bezeichnet. Um das Centrum jedes der Kreise bewegt sich eine mit einem beliebigen Knopf in metallische Verbindung zu setzende Kurbel. Die Ziffern bezeichnen die Zahl der Elemente, welche durch jeden Knopf repräsentirt werden. Die beiden Nullpuncte stehen miteinander in leitender Verbindung. Es kann also durch Stellung der beiden Kurbeln jede beliebige, zwischen Eins und Hundert liegende Elementenzahl in die Kette genommen werden.

Eine spätere Modification dieses Apparates, welche man bei ZIEMSSEN * abgebildet findet, ist für die, meist genügende, Zahl von sechzig Elementen eingerichtet, hat ausser den Nullpuncten nur zwei Mal fünf Metallknöpfe und gestattet nur die Einschaltung solcher Elementenzahlen, welche sich durch Zwei theilen lassen.

Diese Einrichtungen haben den Mangel, dass man nicht im Stande ist, die Stromstärke während ununterbrochener Stromesdauer zu verändern, da man zu diesem Zwecke jedesmal gezwungen ist, die Kette zu öffnen und hierauf von Neuem zu schliessen. Die hierbei stattfindenden Oeffnungs- und Schliessungsschläge, zu deren Erzeugung, wenn sie bezweckt werden, andere Vorrichtungen vorhanden sind, bringen durch ihre Einwirkung auf die sensiblen und motorischen Organe schmerzhafte und eingreifende Nebenerscheinungen hervor, und es wird durch diese Form des Apparates das Studium und die Benutzung der in diagnostischer und therapeutischer Beziehung höchst werthvollen Wirkung der Dichtigkeitsschwankungen bei ununterbrochen fliessendem Strome unmöglich gemacht. Ich modificirte daher bald nach dem Bekanntwerden des Apparates denselben in der Weise, dass ich einer Jeden der beiden Kurbeln noch eine gleiche, um denselben Mittelpunct zu drehende, hinzufügte, mit welcher ich nun, ganz wie man sich mittels eines Gabeldrahtes in eine Volta'sche Säule ein- und ausschleicht, die Elementenzahl zu verändern im Stande war, ohne die Kette zu öffnen. Dieses Verfahren ist indessen nicht nur unbequem, sondern genügt auch dem in Rede stehenden Zwecke nur theilweise, da man wohl beliebig grosse anschwellende, nicht aber beliebig grosse abnehmende Stromesschwankungen dadurch herstellen kann. Ausserdem lässt der Contact zwischen Kurbel und Knopf in Bezug auf die Gleichmässigkeit und Unfehlbarkeit der Leitung zu wünschen übrig, was bei Behandlung der Sinnesorgane von noch grösserer

* *Die Elektricität in der Medicin*, 3. Aufl., p 145.

Bedeutung ist, als bei der anderer Organe. — Ich bediene mich daher, wie bei der Behandlung aller anderen, so auch der Sinnesorgane, folgender Vorrichtung, welche ich allen Aerzten empfehle, die sich mit elektrischen Strömen beschäftigen.

In einen Klotz von Hartgummi (Fig. 1 der schematischen Zeichnung) sind zwei nebeneinander stehende, durch einen leeren Raum getrennte Metallbalken eingelassen, denen zweiundzwanzig im rechten Winkel auf sie gerichtete Metallbälkchen gegenüber stehen. Die getrennt nebeneinander stehenden Köpfe dieser Bälkchen sind von jenen Balken durch eine schmale Lücke geschieden, welche sich an allen denjenigen Stellen, wo metallische Substanz einander gegenüber steht, zu einem Kreise erweitert, der durch Ausschnitte im Metall hervorgebracht ist. Dieser Kreis ist die obere Mündung eines Trichters, in welchen ein Metallstöpsel (Fig. 5) passt, der also den zwischen je zwei Metallausschnitten befindlichen kegelförmigen Zwischenraum metallisch zu füllen im Stande ist.

Diese Vorrichtung ist der Stromwähler; er ist auf hundert und zehn Elemente eingerichtet, von denen für elektrotherapeutische Zwecke überhaupt gewöhnlich nur sechzig in Gebrauch gezogen werden. Die mit den Ziffern 0, 1 bis 10 und 0, 10 bis 100 bezeichneten Metallbälkchen repräsentiren die gleichlautenden Elementenzahlen. Die Anlage der Verbindungsdrähte mit der Batterie ist in der Zeichnung durch Linien angedeutet. Von den mit *a*, *a* bezeichneten Puncten gehen diejenigen Leitungen ab, welche bestimmt sind, den Strom durch den Stromwender (Fig. 3) und von da durch den menschlichen Körper zu führen. Wenn man sich also *a*, *a* durch letzteren leitend verbunden denkt, so wird man, von Einem dieser beiden Puncte ausgehend, den Kreis construiren können, indem man überall dem metallischen Wege folgt. Derselbe ist nur dann geschlossen, wenn in jeden der beiden Balkensysteme Einer der kegelförmigen Zwischenräume metallisch verstöpselt ist. Man bedarf daher zur einfachen Schliessung des Kreises zwei Metallstöpsel. Befinden sich dieselben auf den Nullpuncten, so enthält der Kreis keinen Strom, denn er begegnet in seinem Verlaufe nirgends einer stromgebenden Vorrichtung. Ist dagegen Punct 1 verstöpselt, während der andere Stöpsel im Nullpuncte des linken Balkensystemes verharrt, so begegnet man, von einem *a* ausgehend und den metallischen Weg zu dem anderen *a* verfolgend, Einem Elemente der Batterie, und man hat demnach den von diesem gelieferten Strom in der Kette. Verharrt der erste Stöpsel auf 1, während der andere nach 20 wandert, so hat man einundzwanzig Elemente in der Kette u. s. f.

Abgesehen davon, dass die Stöpselung einen sicheren Kettenschluss garantirt, bietet diese Form des Stromwählers den Vortheil, dass man mit Leichtigkeit Schwankungen der Stromesdichte in dem zwischen *a*, *a* einge-

schalteten Organe in das Werk setzen kann. Hierzu hat man einen dritten Metallstöpsel nöthig. Aus einem Beispiele wird es sofort klar werden, wie man durch Veränderung der Elementenzahl während ununterbrochenen Kettenschlusses eine solche Schwankung ausführen könne. Gesetzt, es seien im rechten Balkensysteme der Punct 5, im linken der Punct 30 verstöpselt, so hat man fünf und dreissig Elemente in der Kette. Will man diese Zahl auf fünf und zwanzig reduciren, so hat man nur den dritten Stöpsel in den mit 20 bezeichneten Zwischenraum einzusetzen; der Strom geht jetzt, auch wenn 30 verschlossen bleibt, nicht mehr durch den diesem Puncte entsprechenden Stöpsel, sondern durch den zuletzt eingefügten. Will man jetzt den Strom wieder bis zu fünf und dreissig Elementen anschwellen lassen, so hat man den Stöpsel aus 20 einfach zu entfernen. Soll nunmehr der Strom zu fünf und vierzig Elementen anschwellen, so muss der Reservestöpsel nach 40 wandern und dann der aus 30 entfernt werden. Es besteht also, wie man sieht, die Ausführung einer abnehmenden Stromesschwankung aus einem einfachen, die einer anschwellenden Schwankung aus einem doppelten Acte, denn die Verstöpselung der grösseren Elementenzahl bereitet die Schwankung vor, während die Lösung der in der Zifferreihe niedriger stehenden nächsten Verstöpselung dieselbe ausführt.

Durch diesen Stromwähler kann man jede beliebige Elementenzahl von 1 bis 110 herstellen, aber was die Ausführung von Schwankungen bei ununterbrochener Stromesdauer betrifft, so hat dieselbe doch noch einen Mangel. Man kann nämlich nur alle diejenigen Schwankungen mit einem Male ausführen, bei denen sich entweder die Einer, oder die Zehner der Elementenzahl ändern, nicht aber diejenigen, bei denen sich beide gleichzeitig ändern. Letztere setzen sich allemal aus zwei einzelnen Schwankungen zusammen.

Um diesen Mangel zu beseitigen, habe ich einen Apparat in Gebrauch gezogen, in welchem, wie bei den zehn Einern der beiliegenden Zeichnung, jedes einzelne Element der ganzen Batterie einzeln mit einem Metallbälkchen verkuppelt ist. Aber auch dieser kostbare und voluminöse Apparat ist von mir wieder verworfen worden, weil auch er noch in einer Beziehung zu wünschen übrig lässt. Es beträgt nämlich die kleinste Stomesschwankung, welche man durch diese Vorrichtung, sowie durch den soeben beschriebenen Stromwähler auszuführen im Stande ist, doch immer noch ein ganzes Element. Diese kleinste Schwankung ist jedoch keineswegs klein genug, um von den sensiblen Nerven des Ohres sowohl als namentlich von dem Hörnerven in jedem Falle ohne Reaction vorüber gelassen zu werden.* Um Aeusserungen der Hörnerventhätigkeit da

* Der von STÖHRER construirte, anderweitig sehr brauchbare und empfehlenswerthe, sogenannte *Schlussschieber* (dessen Abbildung s. bei ZIEMSSEN l. c., p. 149) befriedigt zu dem

umgehen zu können, wo deren Hervorrufung meiner Absicht zuwiderlief, bedurfte ich daher einer Vorrichtung, welche kleinere Stromesschwankungen herzustellen im Stande sei. Dass eine in den Schliessungsbogen eingeschaltete, in ihrer Länge variable Wassersäule, wie sie unter der Bezeichnung *Moderator* von den Elektrotherapeuten vielfach gebraucht wird, solchem Zwecke nur höchst mangelhaft entspricht,* hatte ich schon früher bei der Behandlung motorischer Organe erfahren, und dem Hörnerven gegenüber gilt dieser Vorwurf in noch höherem Grade.

b. Stöpselrheostat.

Ich griff daher zu einer von mir bei Behandlung aller anderen Organe längst gebrauchten und in einigen älteren Arbeiten wiederholt und nachdrücklich empfohlenen Vorrichtung, dem in Nebenschliessung einzuschaltenden Siemens'schen Stöpselrheostat. Durch diese Vorrichtung, durch welche jede beliebige Stromstärke in eine bestimmte, grosse Anzahl Grade eingetheilt und die Möglichkeit geboten wird, Schwankungen von so geringer Breite auszuführen, dass dadurch selbst in Nerven von krankhaft gesteigerter Erregbarkeit jede Reaction umgangen werden kann, gewinnen die bei Einwirkung elektrischer Ströme auf den menschlichen Körper anzustellenden Beobachtungen eine solche Schärfe und Feinheit, zugleich treten dadurch eine ganze Reihe der werthvollsten und interessantesten Erscheinungen in einer sonst nicht erreichbaren Klarheit an das Licht, endlich gewinnt die Application eine solche Milde, dass ich nicht umhin kann, für Diejenigen, welche sich mit Elektrotherapie beschäftigen, die Empfehlung gedachter Vorrichtung auch an dieser Stelle auf das Angelegentlichste zu wiederholen. Der Gebrauch dieses Apparates bietet in der That so weittragende Vortheile, dass kein Elektrotherapeut, welcher ihn einmal benutzt hat, ihn jemals wird entbehren wollen. Was speciell den Hörnerven betrifft, so sind die Leistungen der in Rede stehenden Vorrichtung bei der elektrischen Reizung desselben so hervorragender Art, dass ich Versuchen, welche ohne sie angestellt sind, nur einen sehr untergeordneten Werth beilegen kann. Wenn einige Ohrenärzte die in meinen vorläufigen Mittheilungen beschriebenen Versuche wiederholt haben, ohne diese und andere meiner Vorrichtungen in Gebrauch zu ziehen, und eine solche Elektrisirung des Ohres „eingreifend und reizend" gefunden haben, so kann ich mich hierüber keineswegs wundern.

Zwecke der vorliegenden Untersuchung natürlich noch weniger, denn er erlaubt nur eine Veränderung der Elementenzahl um je zwei Elemente.

* Dieser Mangel ist darin begründet, dass erstens zwischen dem Nullpunct des eingeschalteten Widerstandes (d. h. zwischen der Ausschaltung der Wassersäule) und der Einschaltung einer Wassersäule, sei dieselbe auch noch so kurz, ein sehr grosser Unterschied liegt, weil das Wasser sehr viel schlechter leitet als Metall; und zweitens darin, dass jede sichere Gradtheilung bei diesem Moderator fehlt.

Bevor ich mich mit der elektrischen Reizung der Sinnesnerven eingehend beschäftigte, benutzte ich bei meiner elektrotherapeutischen Thätigkeit einen Stöpselrheostaten, wie er auf von Siemens und Halske montirten Telegraphenstationen gebraucht wird. Der von ihm durch Rollen von Neusilberdraht dargebotene Leitungswiderstand ist so eingetheilt, dass die Einheit dieser Theilung gleich ist demjenigen Widerstande, welchen ein Telegraphendraht von einer Werst Länge dem Strome entgegensetzt. Auf deutschen Stationen findet man Rheostate, deren Widerstand nach Meilen eingetheilt ist. Für die Application elektrischer Ströme am motorischen Organe des Menschen sind diese Werkzeuge ausreichend. Ich benutzte sie Anfangs auch am Hörnerven, und man findet in meinen vorläufigen Mittheilungen Beobachtungen beschrieben, welche mittels dieser nach Wersten getheilten Widerstandsvorrichtung ausgeführt sind.* Es wurde mir indessen im Laufe meiner Untersuchung wünschenswerth, den vom Rheostaten gebotenen Widerstand in mehr und in kleinere Theile zu theilen. Auch schien es bei der Gleichmässigkeit und Zartheit der beobachteten Erscheinungen erforderlich, eine gleichmässigere Theilung des Widerstandes zu besitzen, als sie verschiedene Exemplare der Telegraphenrheostaten darbieten. Aus diesem Grunde bezog ich, ebenfalls aus der Werkstatt der Herren Siemens und Halske, einen nach Siemens'schen Widerstandseinheiten eingetheilten Rheostaten mit Stöpselvorrichtung, welcher in Fig. 2 der beiliegenden schematischen Zeichnung wiedergegeben ist.**

Die Figur giebt, nur wenig verkleinert, den Deckel eines aus Mahagoni gearbeiteten verschlossenen Kastens. Im Inneren desselben befinden sich die Widerstandsrollen. Die drei grossen Kreise in der Figur deuten ebensoviele kreisförmig begrenzte Körper von Hartgummi an. Der kleinere Kreis, welcher sich concentrisch in jedem von diesen befindet, ist ein Metallkörper, ebenso wie die ihm theils gegenüberstehenden und durch eine kreisförmige Lücke von ihm getrennten, theils mit ihm in ununterbrochenem Zusammenhange stehenden Bälkchen. Die Schliessung jener kreisförmigen Zwischenräume geschieht, ganz wie beim Stromwähler, durch Metallstöpsel von derselben Grösse und Gestalt wie bei diesem. Die mit *b* und *c* bezeichneten Puncte deuten Contactschrauben an, mittels welcher die stromzuführenden Leitungsdrähte mit dem Apparate in Verbindung gebracht werden. Wenn auf diese Weise der Rheostat in eine Kette

* *Studien über Diagnose, Prognose und Therapie des nervösen Ohrensausens.* St Petersburger med. Zeitschr., 1864, Bd. VII, Heft 8.

** Die Siemens'sche Original-Widerstandseinheit ist ein Prisma chemisch reinen Quecksilbers von 1 Meter Länge und 1 Quadratmillimeter Querschnitt bei 0° Temperatur. Eine Werst Eisendraht von 4 Millimeter Durchmesser entspricht 6,5 Siemens'schen Einheiten. Eine Meile, gleich 7 Werst, desselben Drahtes entspricht daher 45,5 Einheiten.

aufgenommen ist, in welcher sich eine stromgebende Vorrichtung befindet, so ist man durch die Wahl des Ortes der Verstöpselung in den Stand gesetzt, den von der Vorrichtung dargebotenen, aus zweitausendeinhundert Einheiten bestehenden Gesammtwiderstand, oder verschieden grosse Theile desselben in die Kette zu nehmen, oder endlich ihn gänzlich auszuschalten. Wird *C*, welches eintausend Widerstandseinheiten repräsentirt, verstöpselt, während in *B*, welches zehn Mal hundert, in *A*, welches zehn Mal zehn Widerstandseinheiten enthält, die beiden Nullpuncte durch Stöpsel, deren man also drei nöthig hat, metallisch verschlossen sind, so geht der Strom, der bei *c* eintritt, durch den Balken *d* nach der linken Hälfte von *C*, überschreitet die kegelförmige Lücke durch den sie ausfüllenden Stöpsel, geht durch die rechte Hälfte von *C* und den Balken *e* in den Kupferdraht, welcher *e* mit dem Balken *B* 0 verbindet, überschreitet den Nullpunct von *B* durch den daselbst ihm den Weg bahnenden Metallstöpsel, tritt in den Metallkörper *B* ein, verlässt denselben durch den Balken *f*, geht von da durch den zwischen *f* und *A* 0 die Leitung vermittelnden Kupferdraht in den Balken *A* 0, überschreitet den Nullpunct von *A* durch den daselbst befindlichen Stöpsel und verlässt *A* durch den Balken *g*, indem er durch den bei *b* befestigten und zum anderen Pole der Batterie zurückführenden Leitungsdraht den Kreislauf vollendet. Bei dieser Stellung der Stöpsel begegnet demnach der Strom, wie wir gesehen haben, keinem der im Apparate enthaltenen Widerstände.

Wenn umgekehrt aus *B* und *A*, oder auch nur aus einem dieser Apparattheile die Stöpsel entfernt sind, so ist die Kette unterbrochen, und der Strom findet nirgends einen Weg.

Befinden sich die Stöpsel derartig vertheilt, dass der eine wie früher *C*, der andere *B* 0 verschliesst, während dagegen der dritte in *A* 10 dem Strome den Weg anweist, so geht dieser wie früher von *c* durch *C*, *e*, *B* 0, *B*, *f* nach *A* 0, trifft aber hier auf den zwischen *A* und 0 jetzt unausgefüllten Zwischenraum, wodurch er gezwungen wird, den mit dem Balken *A* 0 in Verbindung stehenden, im Inneren des Kastens befindlichen Neusilberdraht zu passiren, welcher einen Widerstand gleich 10 Siemens'schen Einheiten darbietet. Von hier bietet sich dem Strome ein Weg durch den Balken *A* 10 und den Stöpsel nach *A* und von da durch *g* und den in *b* befestigten Draht nach der Batterie zurück. Wandert der Stöpsel aus *A* 10 nach *A* 50, und der von *B* 0 nach *B* 100, so ist der Strom in ganz analoger Weise gezwungen, einmal in *B* einen Widerstand von 100, das zweite Mal in *A* einen solchen von 50, also zusammen einen Widerstand von 150 Einheiten zu durchsetzen. Wird hierzu ferner noch der bisher in *C* ruhende Stöpsel entfernt, so bietet sich dem Strome auf seinem Wege ein Widerstand von 1150 Einheiten dar.

Auf diese Weise kann also, wie man sieht, jede zwischen 10 und 2100 liegende Zahl von Widerstandseinheiten in die Kette aufgenommen werden,* welche sich durch zehn theilen lässt.

Um auch jede andere Zahl herstellen zu können, würde man noch eines vierten Systemes von Widerständen bedürfen, welches nur die Einer enthielte. Indessen auch dann würde man einactige Stromesschwankungen nur in dem Falle ausführen können, dass sich nur die Tausender, die Hunderter, die Zehner oder die Einer der Zahl änderten, dagegen würde sich die Veränderung der Stromstärke aus zwei, beziehungsweise drei oder vier Schwankungen zusammensetzen, wenn sich ausser den Einern auch noch die Zehner, Hunderter und Tausender der Zahl ändern sollten. Ich habe daher einen grossen und sehr kostbaren Apparat in Gebrauch gezogen, welcher sämmtliche Widerstände in Einern enthält, überzeugte mich aber, dass er für ärztliche Zwecke entbehrlich sei, sobald man, wie ich es gethan habe, den Stöpselrheostat und den Stöpselstromwähler zugleich in Gebrauch nimmt. Gesetzt z. B., man bedürfe zum Zwecke der Hervorbringung eines bestimmten Reizungseffectes einer Zahl von Widerständen, welche zwischen 140 und 150 liege, so bietet freilich die beschriebene Form des Rheostaten kein Mittel, die geforderte Stromstärke durch Veränderung des Leitungswiderstandes herzustellen, wohl aber vermag man durch Veränderung der Stöpsellage im Stromwähler die Elementenzahl so zu verändern, dass nunmehr eine durch zehn theilbare Zahl von Widerständen des Rheostaten den gewünschten Grad der Stromstärke herstellt.

Befindet sich der Rheostat in derselben Kette, welche die übrigen Theile des gesammten Apparates und den menschlichen Körper enthält, so ist die Veränderung des im Rheostaten enthaltenen Widerstandes, gegenüber dem vom menschlichen Körper dargebotenen Widerstande, von zwar bemerkbarem, aber vergleichungsweise geringem Einfluss.

Wesentlich anders stellt sich dagegen die Sache, wenn dem von der Batterie kommenden Strome zwei Wege dargeboten werden, deren einer durch den Rheostaten, der andere durch den menschlichen Körper geht. In diesem Falle wird jede Veränderung des auf dem ersteren Wege dem Strome sich entgegenstellenden Widerstandes einen verändernden Einfluss ausüben auf die Dichte, in welcher der Strom sich längs des zweiten Weges ergiesst. Und zwar wird der durch den menschlichen Körper kreisende Strom um so stärker, je mehr, und um so schwächer, je weniger Widerstände im Rheostaten eingeschaltet werden. Hieraus folgt, dass

* Eine Reihe von Zahlen kann auf verschiedene Weise hergestellt werden, so z. B. die Zahl zweihundert durch Verstöpselung von entweder *B* 200 bei gleichzeitigem Verschlusse von *A* 0 und *C*, oder *A* 100 und *B* 100 bei gleichzeitigem Verschlusse von *C*

hohen Ziffern des Widerstandes im Rheostaten hohe Stromstärken der den menschlichen Körper enthaltenden Kette, und niedrigen Ziffern jenes niedrige Stromstärken dieser entsprechen. Ist der Rheostat bei *C*, *B* 0 und *A* 0 verstöpselt, so wird der Strom die sich ihm darbietende kurze metallische Leitung vorziehen und den menschlichen Körper umgehen.* Wenn dagegen die den Rheostaten enthaltende Kette durch Wegnahme der Verstöpselung geöffnet wird, so bleibt dem Strome nur der eine Weg durch den menschlichen Körper übrig, durch welchen er sich nunmehr in seiner ganzen Stärke ergiesst. Durch die übrigen möglichen Arten der Verstöpselung können in der angedeuteten Weise von jedem in der Kette kreisenden Strome zweihundertundzehn verschiedene Modificationen der Stärke hergestellt werden.

Es ist schon von vornherein ersichtlich, wie grosse vor den bisher üblichen Vorrichtungen hervorragende Vortheile dieses Princip der Nebeneinschaltung von Widerständen für die elektrotherapeutische Praxis darbietet. Es gewinnt unter Anderem die diagnostische Untersuchung der Elektrocontractilität gelähmter motorischer Theile eine bisher nicht erreichbare Schärfe und Sicherheit. Die elektrische Untersuchung der Sinnesorgane ist ohne diese Methode nur in verhältnissmässig roher Weise ausführbar.

Aus dem Erörterten ergiebt sich, dass neben dem den menschlichen Körper und die übrigen, noch zu erwähnenden, Apparattheile enthaltenden Stromkreise noch eine zweite Kette etablirt werden müsse, welche nur den Rheostaten enthalte. Zu diesem Zwecke werden zwei von den Puncten *a*, *a* des Stromwählers abgehende Drähte mit den Puncten *b*, *c* des Rheostaten in metallische Verbindung gebracht.

Für Diejenigen, welche den elektrischen Strom ausschliesslich zu otiatrischen Zwecken benutzen wollen, bemerke ich in Bezug auf die bisher beschriebenen Apparattheile Folgendes: Da für Behandlung des Hörnerven nur selten mehr als zwanzig Elemente erforderlich sind, so wird es nicht unzweckmässig sein, den Stromwähler so bauen zu lassen, dass er zwanzig Einer enthalte, indem dann alle Elemente der Batterie so unter sich und mit ihm verbunden werden, wie in der beigegebenen Zeichnung es mit den ersten zehn Elementen der Batterie geschehen ist.

c. Stromwender.

Zu den Siemens-Halske'schen Apparaten für Elektrotherapie werden Stromwender von einer vorzüglich brauchbaren Form beigegeben. Auf

* Absolut stromfrei ist der Haupt-Kreis allerdings nicht, da die, wenn auch kurze metallische Leitung durch den Rheostaten nicht absolut widerstandslos ist.

dem Rande einer um die Achse *i* (Fig. 3 der beiliegenden Zeichnung; vergleiche hiermit die Abbildung bei ZIEMSSEN l. c.) drehbaren Scheibe *efgh* von Hartgummi schleifen vier, in *a, b, c, d* befestigte Contactfedern *k, k, m, m*. Zwei einander gegenüberstehende Quadranten des Umfanges der Scheibe, *eh* und *fg*, sind mit Metallstreifen belegt, die beiden anderen Quadranten *ef* und *gh* hingegen sind nicht durchgängig für den Strom. Von den vier in den Ecken des die Scheibe tragenden Holzgestelles befindlichen Contactschrauben *a, b, c, d* sind zwei in der Diagonale liegende zur Aufnahme der den Strom aus der Batterie zuleitenden Drähte, die beiden anderen zur Fixirung der den Strom zum menschlichen Körper führenden Elektrodenschnüre bestimmt. Gesetzt nun, der Apparat befinde sich in derjenigen Stellung, welche die Zeichnung angiebt, und die Batteriedrähte seien in *b, d* angebracht, so ist die Kette geöffnet, denn die mit *b, d* in Verbindung stehenden Contactfedern führen zu dem nichtmetallischen Theile des Scheibenrandes. Führt man nunmehr eine Drehung der Scheibe aus, so dass der Metallstreifen *eh* die Contactfedern *bk* und *am* untereinander in Verbindung setzt, so geht der in *b* eintretende Strom durch die von hier ausgehende Feder *k* und den Metallstreifen *eh* in die Feder *am* und aus dieser durch *a* in die daselbst angebrachte Elektrodenschnur. Der in *d* eintretende Strom dagegen geht durch *dk*, *gf* nach *mc* und gelangt durch *c* in die daselbst fixirte zweite Elektrodenschnur. Wenn also *b* dem positiven Pole der Batterie entspricht, so ist die von *a* ausgehende Elektrode die Anode, während die in *c* befestigte Leitungsschnur die Kathode repräsentirt. Wenn aber die Drehung der Scheibe in der entgegengesetzten Richtung ausgeführt wird, so zwar, dass *gf* die Federn *bk* und *cm*, *eh* aber die Federn *dk* und *am* untereinander verbinden, so führt der metallische Weg von *b* nach *c* und von *d* nach *a*; in diesem Falle ist die Richtung des Stromes also die umgekehrte, denn *c* entspricht jetzt der Anode, *a* hingegen der Kathode. Auf diese Weise kann man also mittels des Apparates die Kette in beiden Richtungen des Stromes schliessen, oder den Strom unterbrechen. Es erhöht sehr die Bequemlichkeit des Gebrauches, wenn man an die Achse *i* eine Querstange als Handgriff anbringen lässt, und zwar so, dass dieselbe in der Diagonale des Holzgestelles steht, wie die punctirte Linie anzeigt, sobald die Kette geöffnet ist. Bei geschlossener Kette kann man dann an der Stellung des Handgriffes sofort die Richtung des Stromes erkennen, in welcher die Schliessung erfolgt ist.

Es leuchtet ein, dass bei der so eben beschriebenen Form des Apparates die von der Wendung des Stromes unzertrennliche Unterbrechung desselben eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt; es bleibt nämlich die Kette bei Ausführung der Stromeswendung so lange unterbrochen, als die Scheibe

Zeit braucht, um die hierzu erforderliche Drehung zu vollenden. Es wurde mir jedoch im Laufe der Untersuchung wünschenswerth, diese Zeit auf ein Minimum zu reduciren. Aus diesem Grunde liess ich den Apparat in folgender Art verändern: Die Quadranten *ef* und *gh* werden ebenfalls mit einem Metallrande versehen, welcher nur bei *e* und bei *g* von den übrigen Theilen des Metallrandes gerade weit genug absteht, um eine Unterbrechung des Stromes zu ermöglichen. Diese beiden Quadranten stehen durch die in der Zeichnung angedeuteten nichtmetallischen Arme *n, n* mit einem die Achse *i* krönenden Elfenbeinknopfe in Verbindung, mittels dessen man im Stande ist, sie über den Rand der Scheibe empor zu heben, oder aber sie zum Niveau der beiden anderen Quadranten zu senken. Befinden sie sich gehoben, so unterscheidet sich der Apparat in Nichts von dem so eben beschriebenen Stromwender. Sind sie aber gesenkt, so ist, wie man aus der Zeichnung ersieht, der zur Unterbrechung dienende Zwischenraum bei *e* und bei *g* so klein, dass die Stromeswendung ohne wahrnehmbaren Zeitverlust ausgeführt werden kann, ein Umstand, der auch bei der diagnostischen Untersuchung und bei der Behandlung gelähmter motorischer Organe häufig von Werth ist, was in späteren Theilen dieser Schrift genauer erörtert werden wird. Ich empfehle daher diese Form des Stromwenders für den Gebrauch in der Elektrotherapie überhaupt.

d. Spiralrheotom.

Bei Gelegenheit früherer Untersuchungen an gelähmten Muskeln wurde es mir wünschenswerth, die Zeit einer kurzen Stromesdauer messen und reguliren zu können. Dies leistet der in Fig. 4 gezeichnete Apparat, welcher im Wesentlichen mit demjenigen übereinstimmt, den Adolf Fick (*Untersuchungen über elektrische Nervenreizung,* und *medicinische Physik,* zweite Aufl.) und Valentin (*Versuch einer physiologischen Pathologie der Nerven,* erste Abtheil.) beschrieben und abgebildet haben. Im Mittelpunct einer Holzscheibe befindet sich ein um die Achse der Scheibe drehbarer Metallstab *a b,* welcher mit einer Spiralfeder in Verbindung steht, die ihn, wenn er so gedreht wird, dass *a* bei *d* vorüber nach *b,* und *b* bei *c* vorüber nach *a* wandert, in die ursprüngliche Stellung zurückschnellt. *d e f* ist ein in einem Falze verschiebbarer Holzklotz, auf welchem ein (in der Zeichnung schraffirt angegebenes) Metalldreieck angebracht ist. Bei *a* befindet sich an dem Metallstabe eine auf der Oberfläche der Scheibe schleifende Metallfeder, bei *b* ist auf der Oberfläche der Scheibe eine Hemmung angebracht, durch welche *a* dem Zuge der Spiralfeder entgegen dort festgehalten werden, und welche durch einen Fingerdruck gelöst werden kann. Von der Achse geht unter der Oberfläche des Holzes eine (durch eine punctirte Linie bezeichnete) metallische Leitung nach *c.* Der Apparat ist

so in die Kette eingeschaltet, dass der von der Batterie kommende Strom durch einen bei *d* befestigten Draht eintreten und bei *c* in die daselbst fixirte Elektrodenschnur übergehen kann, während die andere Elektrode, welche mit dem Körper in Verbindung gebracht wird, den Apparat nicht berührt. Befindet sich nun *ab* in der auf der Zeichnung angegebenen Stellung, so findet, wie man sieht, der Strom keinen Weg, die Kette ist offen. Geschlossen ist dieselbe nur, so lange die bei *a* an dem Metallstabe befestigte Feder mit dem auf *def* befindlichen Metallkörper in Berührung steht. Dies geschieht, sobald die Metallstange *ab* aus der ihr durch eine Achsendrehung gegebenen Spannungslage, bei welcher die Puncte *a* und *b* ihre Plätze gegeneinander vertauschen, in ihre ursprüngliche Stellung zurückschnellt. Hierbei streift die Feder *a* über *def* hinweg und schliesst die Kette. Da nun der Klotz *def* in seinem Falze verschiebbar ist, so kann man durch Lageveränderung desselben die Dauer des Kettenschlusses reguliren, und zwar wird die Stromesdauer ihr Maximum erreichen, sobald *def* den Falz völlig ausfüllt, so dass die Feder *a* die Grundlinie des Metalldreieckes schleift, ihr Minimum dagegen, sobald *def* so weit ausgezogen wird, dass die Feder bei ihrer Kreistour nur die äusserste Spitze des Dreieckes trifft.

Um den Apparat beim Gebrauche nicht immer von Neuem einschalten zu müssen, ist es bequem, noch eine zweite Hemmung anzubringen, mittels welcher man im Stande sei, die Stange *ab* dauernd in derjenigen Lage festzuhalten, in welcher die Feder *a* mit dem Metalldreiecke sich in Berührung befindet. Da in diesem Falle die Kette dauernd geschlossen ist, so ist der Apparat als nicht vorhanden zu betrachten.

Ich habe nun aber diese Vorrichtung auch zu einem Zwecke brauchbar gefunden, welcher dem so eben erörterten entgegengesetzt ist, nämlich zur Messung und Regulirung derjenigen, zwischen zwei einander schnell folgenden Kettenschliessungen liegenden Zeit, während welcher der Strom unterbrochen ist. Dieser Zweck wird einfach dadurch erreicht, dass man das Rheotom ganz ebenso, wie den Rheostaten, in Nebenschliessung anbringt, und zwar indem man von den Polen der Batterie oder den Puncten *a*, *a* des Stromwählers aus zwei Drähte nach den Puncten *c*, *d* des Rheotoms führt, während die Leitungsdrähte für den den Stromwender und den menschlichen Körper enthaltenden Stromkreis ebenfalls von den genannten Puncten des Stromwählers oder auch von den Puncten *c*, *d* des Rheotoms ausgehen. In beiden Fällen bewirkt eine Berührung der Feder *a* mit dem Metalldreiecke eine Oeffnung der Kette im Hauptstromkreise, und zwar durch Schliessung derselben im Nebenkreise. Die Regulirung der Dauer jener Unterbrechung des Stromes erfolgt ebenfalls durch Verschiebung des Metalldreieckes.

e. Ohrtrichter.

In denjenigen Fällen, in welchen ich die Ohrelektrode in den äusseren Gehörgang einsenkte, benutzte ich zur Fixirung derselben einen dem Gehörgange angemessen gestalteten Trichter von Holz, Kautschuk oder Bernstein, dessen obere Mündung von einem, zur Aufnahme der drahtförmigen Elektrode dienenden, durchbohrten Pfropfen geschlossen wird. Der Draht wird bis zur unteren Mündung des Trichters vorgeschoben. Es muss ausserdem noch dafür gesorgt werden, dass der Pfropfen nicht luftdicht schliesse, damit der Trichter beim Einsenken in den mit lauwarmem Wasser gefüllten Gehörgang sich durch die untere Mündung vollständig mit Wasser füllen könne.

UNTERSUCHUNG.

Erster Abschnitt.

Elektrophysiologie des Gehörorganes.

Erste Abtheilung.

Nebenerscheinungen und Methode der Application.

Der für die elektrophysiologische Untersuchung des Gehörorganes wichtigste Theil dieses letzteren ist offenbar der Hörnerv. Die Erforschung der Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz war von vornherein das Hauptziel meiner Arbeit.

Da aber der auf diesen Nerven gerichtete Strom einer Reihe anderer Organe, welche entweder integrirende Theile des Ohres oder nur anatomische Nachbarn desselben sind, in einer zu deren Erregung hinreichenden Dichte begegnet, so musste meine Aufmerksamkeit auch auf deren Reaction gerichtet sein, und zwar sowohl aus dem Grunde, um die Einwirkung des Stromes auf diese Theile im Interesse des Gesammtzweckes dieser Arbeit zu verwerthen, als auch namentlich deshalb, um die Reizung derselben beim Studium der Reaction des Hörnerven möglichst zu beschränken. Denn jene Unannehmlichkeiten, welche du Bois-Reymond als die Hindernisse bezeichnet, die es bisher unmöglich gemacht haben, über die Einwirkung des elektrischen Stromes auf den Hörnerven eine bestimmte Ansicht zu gewinnen, beruhen gerade in der Reizung solcher Organe und Organtheile, die nicht zum Hörnervenapparat gehören.

Die hierdurch erzeugten mehr oder weniger störenden Symptome machen die Elektrisirung des Ohres zu einer der delicatesten ärztlichen Operationen, und nur das eingehendste Interesse an der Sache, welches in einzelnen Fällen sich zu einer so zu sagen eigensinnigen Ausdauer steigerte, haben es mir möglich gemacht, bei Hunderten von Versuchspersonen und in vielen Tausenden einzelner Sitzungen zu meinem eigentlichen Ziele, der Reizung des Hörnerven zu gelangen, und immer die Kunstgriffe so zu wählen, dass die störenden Nebenerscheinungen auf ein nicht nur erträg-

liches, sondern auch die Selbstbeobachtung der Versuchsperson ermöglichendes Minimum reducirt wurden. Ich werde zunächst die Symptome einzeln angeben, welche man bei der ohne besondere Cautelen und auf die gewöhnliche Manier ausgeführten Elektrisirung des Ohres beobachtet, und dann die von mir befolgte Applicationsmethode darstellen, welche jene Symptome auf ein der Beobachtung nicht hinderliches Maass herabsetzt. Wenn man, wie es bisher geschah, einen bis zur Spitze isolirten Elektrodendraht in den mit Wasser gefüllten äusseren Gehörgang einsenkt, die andere Elektrode in der Nähe des Ohres auf dem *Processus mastoideus* oder den Nacken aufsetzt und nun den Strom einer galvanischen Batterie, dessen Pole die beiden Elektroden repräsentiren, in seiner vollen Stärke einbrechen lässt, so gelangt man bei gesunden Personen nur in seltenen Ausnahmen dazu, eine Stromstärke von solcher Grösse anwenden zu können, dass Gehörssensationen eintreten. Die dabei auftretenden Nebenerscheinungen, welche übrigens bei verschiedenen Individuen in sehr verschiedenem Grade und in ebenso verschiedener Zahl auftreten, verbieten sehr bald die Fortsetzung des Versuches. Diese Nebenerscheinungen sind folgende:

1. Schmerz. Derselbe ist bei der genannten bisher üblichen Applicationsart meistens in hohem Grade vorhanden; er wächst mit der Dauer des Stromes, wie es überhaupt der Fall ist bei der Einwirkung galvanischer Ströme auf sensible Nerven. Die Grösse des Schmerzes erklärt sich aus dem Umstande, dass der Strom in grosser Dichte aus der metallischen Spitze des Elektrodendrahtes auf die in nächster Nähe befindlichen höchst sensiblen Theile, das Trommelfell und die Wände des Gehörganges, hereinbricht. Je dünner und spitzer der Draht, um so grösser ist daher auch der Schmerz. Oeffnet man nunmehr die Kette, um behufs Vermehrung der Stromstärke eine grössere Elementenzahl einwirken zu lassen, so steigern sich in Folge des Oeffnungs- und Schliessungsschmerzes die Sensationen im Bereiche der Aeste des *Ramus auriculo-temporalis nervi trigemini* bald in das Unerträgliche. Es zeigt sich übrigens ein sehr deutlicher Unterschied in der Art des Schmerzes, je nachdem die im äusseren Gehörgange befindliche Elektrode dem einen oder dem anderen Pole der Batterie entspricht. Befindet sich nämlich die positive Elektrode, die Anode, im Ohre, so ist die Sensation die eines stumpfen, nach Innen gerichteten Druckes auf das Trommelfell, eines *Verschlossenwerdens* des Ohres, und diese Empfindung leidet während der ganzen Dauer des Stromes keine Unterbrechung,* wächst aber nur selten in das Unerträg-

* Jedes diesen dauernden Druck nach Innen unterbrechende Symptom, wie zuckende Empfindungen im Mittelohre, einzelne Gehörssensationen, einzelne Stiche, signalisiren mit Sicherheit eine Unregelmässigkeit in der Leitung, welche in den verschiedensten Theilen der Batterie oder des Schliessungsbogens ihre Ursache haben kann.

liche. Wenn sich hingegen die negative Elektrode, die Kathode, im Ohre befindet, so ist die Sensation eine wesentlich andere. Im Augenblicke der Schliessung entsteht die Empfindung eines Stiches, zu dem sich während der Stromesdauer ein brennendes Gefühl gesellt. Dieses Brennen tritt um so schneller ein und ist um so intensiver, je grösser die angewendete Stromstärke ist. Das Gefühl von Verschlossensein des Ohres durch einen nach Innen gerichteten stumpfen Druck fehlt vollständig, vielmehr macht sich die Empfindung geltend, *als sei das Ohr nach Aussen geöffnet.* Letztere Sensation ist nur selten so deutlich entwickelt, wie der der Anode entsprechende nach Innen verschliessende Druck. Manche Versuchspersonen geben das sehr deutlich ausgesprochene Gefühl an, als ströme eine Flüssigkeit durch das Ohr nach Aussen, wenn die Kathode, dagegen von Aussen in das Ohr hinein, wenn die Anode sich im Gehörgange befindet.

Mögen nun die genannten Sensationen im Bereiche der sensiblen Nerven schwach oder stark auftreten, mögen sie Alle oder nur Einzelne derselben referirt werden, jede Versuchsperson ohne Ausnahme ist im Stande, die beiden entgegengesetzten Richtungen, in denen der Strom das Ohr *in toto* durchsetzt, nach den durch sie bewirkten Empfindungen mit Sicherheit zu unterscheiden, auch wenn die Stromstärke bei Weitem nicht hinreicht, um Gehörssensationen zu bewirken.

2. Zuckungen. Eine der auffallendsten Nebenerscheinungen bei der in Rede stehenden Elektrisirung des Ohres, welche ihre Erklärung darin findet, dass der durch die Paukenhöhle verlaufende Stamm des *Nervus facialis* vom Strome getroffen wird, sind die im Bereiche dieses Nerven auftretenden Contractionen verschiedener Muskeln des Gesichts und Kopfes.

Diejenigen Muskeln, deren Contraction besonders stark hervortritt, sind der *Musculus orbicularis palpebrarum,* die beiden *zygomatici,* der *corrugator supercilii, frontalis* und *occipitalis.* Die Durchleitung elektrischer Ströme durch das Ohr ist daher von einer ganz bestimmten Grimasse begleitet, welche durch krampfhaftes Schliessen des Auges, Runzeln der Augenlider, Emporziehen der Brauen und des Mundwinkels der entsprechenden Seite in der Richtung nach dem Ohre und die hierdurch erzeugte Runzelung der Haut der Antlitzhälfte hervorgebracht wird. Da bei dieser Grimasse Muskeln zur gleichzeitigen Contraction kommen, welche sich gegenseitig hindern, wie namentlich der *orbicularis palpebrarum, corrugator supercilii, frontalis* und *occipitalis,* so hat dieselbe keinen bestimmten mimischen Charakter, sondern ist eine harlekinmässige Fratze.

Von den Nasenmuskeln contrahiren sich diejenigen am häufigsten

und deutlichsten, welche die Nüster der entsprechenden Seite erweitern und zugleich mit der Oberlippe emporheben.

Die Muskeln der Ohrmuschel contrahiren sich nicht immer deutlich, mitunter aber mit auffallender Energie, wobei in einzelnen Fällen die aufrichtenden, in anderen die nach hinten, selten die nach vorn ziehenden Muskeln die Oberhand haben.

Ausser den genannten Zuckungen tritt durch Contraction der Kaumuskeln ein Zusammenschlagen der Zahnreihen ein.

Alle diese Bewegungen, deren Hervorbringen im Allgemeinen sehr sicher zu nennen ist, treten bei verschiedenen Individuen mit sehr verschiedener Intensität auf. Als unausbleiblich kann die Zusammenziehung des *orbicularis palpebrarum* und *corrugator supercilii* bezeichnet werden. Die in Bezug auf die Sicherheit des Eintretens hierauf folgende Verziehung des Mundwinkels nach Aussen und Oben hingegen bleibt, in freilich seltenen Fällen, auf eine kaum bemerkbare Zuckung beschränkt, welche es nur zu einer kleinen Faltenbildung am Mundwinkel bringt. Die übrigen Zuckungen fehlen in einzelnen Fällen gänzlich.

Benutzt man inducirte oder sich schnell folgende Batterieströme von sehr kurzer Dauer, so summiren sich die einzelnen Zuckungen zu einer anscheinend tonischen Contraction, welche aber nur eine Reihenfolge sehr vieler klonischer Zuckungen ist, die sich einander theilweise decken, weil die schnelle Stromesfolge das isolirte Ablaufen der einzelnen Zuckung hindert.

Wenn man sich hingegen des continuirlichen Batteriestromes (des sogenannten constanten galvanischen Stromes) bedient, so hat die Zusammenziehung einen wesentlich anderen und bei verschiedener Applicationsart verschiedenen Charakter, welchen ich sogleich näher beschreiben werde, indem ich dabei auf meine oben angegebene Darstellung des Zuckungsgesetzes am unverletzten Menschen zurückweise.

Sehr schwache Ströme bewirken nur Blinzeln der Augenlider und fibrilläre Zuckungen im *corrugator supercilii* und *frontalis.* Etwas stärkere bringen eine momentane Zuckung des Mundwinkels hervor. Werden dagegen Ströme von genügender Stärke angewendet, um unter Zusammenschlagen der Kiefer jene oben beschriebene Verziehung der einen Hälfte des Antlitzes, der Stirn- und Kopfhaut hervorzubringen, so beobachtet man sehr deutlich Folgendes: Befindet sich beim Schlusse der Kette die Kathode im Gehörgange, so ist die Contraction bei Weitem am kräftigsten. Dieselbe ist aber keineswegs momentan, sondern hält mehrere Secunden in voller Deutlichkeit an. Erst nach Verlauf eines deutlich wahrnehmbaren Zeitabschnittes fangen die Muskeln des Antlitzes sichtbar an zu erschlaffen, der Mundwinkel beginnt herabzusinken, das Auge sich zu

öffnen. Bei unterbrochener und von erheblichen Schwankungen freier Stromesdauer verschwindet endlich jede Spur von Zusammenziehung, indem selbst die Augenlidspalte zuletzt ihre normale Weite wieder erlangt. Schwächer und von bedeutend geringerer Dauer ist die Schliessungszuckung, wenn sich die Anode im Ohre befindet. Die bei der Oeffnung der Kette eintretende Zuckung ist immer eine momentane. Was die zur Hervorrufung der beschriebenen Zuckungen erforderliche Stromstärke betrifft, so ist dieselbe bei verschiedenen Individuen sehr verschieden. Diese Verschiedenheit gilt jedoch nur von dem Minimum der zur Muskelverkürzung nothwendigen Stromstärke. Innerhalb wirksamer Stromstärken folgen sich beim Anwachsen derselben die verschiedenen Grade der Contraction an verschiedenen Individuen mit übereinstimmender Schnelligkeit, und bei demselben Individuum ist die zur Zuckung erforderliche Stromstärke zu verschiedenen Zeiten nicht der geringsten Schwankung unterworfen (wobei natürlich abgesehen wird von den Schwankungen des Leitungswiderstandes, welche durch Bedeckung der Haut mit Schmutz, Verstopfung des äusseren Gehörganges mit Ohrenschmalz, durch Schweiss und extreme Temperaturen hervorgebracht werden). Diejenigen Zuckungen, welche entstehen, während sich die Kathode im Ohre befindet, nenne ich der Kürze wegen Kathodenzuckungen, und diejenigen, welche entstehen, während die Anode im Ohre, Anodenzuckungen. Dass die andere Elektrode an einer Körperstelle ruhe, von welcher aus sie ihrerseits keine Zuckung der Gesichtsmuskeln erzeugen kann, versteht sich von selbst. Was nun die Reihenfolge betrifft, in der sich bei anwachsender Stromstärke die verschiedenen Zuckungen einander folgen, so ist sie, von der niedrigsten Stromstärke angefangen, folgende:

Ka S Z
A S Z
A O Z
*Ka O Z.**

Beim Minimum wirksamer Stromstärke entsteht nur Kathodenschliessungszuckung, sowohl Anodenschliessungszuckung bleibt aus, als auch die Oeffnungszuckungen beider Arten. Bei höherer Stromstärke erscheint nunmehr auch Anodenschliessungszuckung, in Form einer flüchtigen Contraction, während gleichzeitig die Kathodenschliessungszuckung an Stärke und Dauer gewinnt. Sehr nahe dieser Stromstärke liegt diejenige, bei welcher nunmehr Anodenöffnungszuckung entsteht.** Bedeutend grösser aber ist der Abstand von letzterer Stromstärke bis zu dem-

* *Ka* bedeutet Kathode, *A* Anode, *S* Schliessung, *O* Oeffnung, *Z* Zuckung.
** An anderen Nerven und in manchen Fällen auch beim *Nervus facialis* tritt *A O Z* früher auf als *A S Z*.

jenigen Maximum, bei welcher unter lebhafter Steigerung aller übrigen Zuckungen endlich auch eine Kathodenöffnungszuckung erscheint.

Nach der Zahl der in der Kette befindlichen Elemente kann die Stromstärke nur annähernd bestimmt werden, denn die von einer bestimmten Anzahl galvanischer Elemente gelieferte Stromstärke ist keine constante Grösse. Da nun ausserdem bei verschiedenen Individuen das Minimum wirksamer Stromstärke verschieden ist, so kann es nur beispielsweise sein, wenn ich das Minimum der bei den geschilderten Zuckungen zur Anwendung kommenden Elementenzahl als zwei, das Maximum als zehn angebe. Genauer lassen sich mit Hülfe des in Nebenschaltung befindlichen Rheostaten die Abstände der Stromstärken bestimmen, innerhalb welcher sich die oben geschilderten vier Arten von Zuckungen einander folgen. Die der Kathodenschliessungszuckung entsprechende Stromstärke steht von derjenigen, bei welcher Anodenschliessungszuckung eintritt, weiter ab, als Letztere von derjenigen, bei welcher Anodenöffnungszuckung entsteht. Und diese endlich steht von jenem Maximum der Stromstärke, bei welchem Kathodenöffnungszuckung auftritt, noch weiter entfernt, als die beiden Stromstärken von einander abstehen, denen die ersten zwei Zuckungsarten dieser Reihe entsprechen. Es lassen, unter Zuhülfenahme der oben bereits gebrauchten Zeichen, wenn ich die Elementenzahl in römischen, die Zahl der in Nebenschliessung eingeschalteten Widerstandseinheiten in arabischen Ziffern angebe, sich die bei wachsender Stromstärke der Reihe nach erfolgenden Zuckungen in folgender beispielsweisen Formel darstellen, in welcher die Zahlen jedoch keine absoluten Werthe bezeichnen:

X 10 *Ka S*
50 *A S*
60 *A O*
120 *Ka O*.

Eine anschwellende Stromesschwankung ist in ihrer Wirkung auf den Muskel analog einer Stromesschliessung, eine abnehmende Stromesschwankung entspricht dagegen der Oeffnung der Kette. Diese Schwankungen bringen um so sicherer eine Zuckung hervor, je breiter sie sind und je schneller sie vor sich gehen. Das beste Mittel, sie mit Präcision zu erzeugen, bietet der in Nebenschliessung eingeschaltete Rheostat. Was die von der Anode abhängige Oeffnungszuckung betrifft, so hängt deren Eintreten, ausser von der Stärke, auch von der Dauer des vorhergegangenen Stromes ab, und je länger diese Dauer war, um so grösser ist die bei Oeffnung oder abnehmender Stromesschwankung eintretende Zuckung. Uebrigens verändert sich während der Einwirkung des galvanischen Stromes die Erregbarkeit des Facialnerven sehr bedeutend. Die Zuckungen der Gesichtsmuskeln werden bei unveränderter Stromstärke

bedeutend intensiver und das Minimum wirksamer Stromstärke ist nach einer kurze Zeit stattgehabten Einwirkung des Stromes bedeutend kleiner, als zu Anfang des Versuches. (Dass zur Prüfung dieser Erscheinung es nöthig sei, den den Leitungswiderstand verringernden Einfluss, welchen die Durchfeuchtung der Haut an der Ansatzstelle der Elektroden mit sich führt, zu eliminiren, versteht sich von selbst. Es geschieht dies dadurch, dass man die Beobachtung vor gehöriger Durchfeuchtung der Haut nicht beginnt.) Auf das Deutlichste lässt sich die Thatsache nachweisen, dass der Wechsel der beiden Pole den Zuckungseffect erhöht. Wenn man beispielsweise das Minimum der Stromstärke gefunden hat, bei welcher Kathodenschliessungszuckung entsteht, so kann man diese Zuckung bedeutend verstärken, oder sie bei niedrigen bisher unwirksamen Stromstärken erzeugen, wenn man der Kathode die Anode substituirt und dann eine schnelle Wendung auf erstere macht. Diese die Erregbarkeit des Facialnerven erhöhende Wirkung der Stromeswendung ist um so grösser, je länger die der Wendung vorhergehende Stromesdauer war, und je schneller die Wendung ausgeführt wird. Indessen macht sie sich auch nach viele Secunden langen Pausen noch geltend. (Ob es eine zu lange Stromesdauer gebe, bei welcher diese Wirkung der Stromeswendung wieder abnehme, ist zu untersuchen weder möglich noch nöthig, denn innerhalb derjenigen Längen der Stromesdauer, welche am Menschen überhaupt in Anwendung kommen können, macht sich der geschilderte Einfluss der Stromeswendung ohne Ausnahme geltend.)

Ich habe bei den bisherigen Ausführungen nur die Ohrelektrode im Auge gehabt, indem ich annahm, die andere Elektrode schliesse die Kette auf einem beliebigen anderen Puncte des Körpers. In der That ist auch die Stelle, welche diese Elektrode einnimmt, vollkommen indifferent für den so eben geschilderten Modus der zu Stande kommenden Zuckungen, so lange sie nicht auf anderen, dem Verlaufe des *Nervus facialis* entsprechenden Stellen die Kette schliesst, und es ist vollkommen unmöglich, durch Wechsel der Ansatzstelle der zweiten Elektrode die Erscheinungen so zu modificiren, wie sie den physiologischen Gesetzen vom Wechsel der Stromesrichtung entsprechen würden. Nur auf die Grösse der erforderlichen Stromesstärke hat die Ansatzstelle der zweiten Elektrode einen Einfluss. Je grösseren Widerstand nämlich die dieser Elektrode entsprechende Hautstelle darbietet, oder je weiter, *ceteris paribus*, die zweite Elektrode von der ersten entfernt ist, um so grösser ist das Minimum der wirksamen Stromstärke. Von der Hohlhand aus braucht man daher eine grössere Stromstärke als vom Handrücken aus, und vom Nacken aus eine kleinere als von der Kreuzgegend aus. Es giebt aber ein Mittel, diesen Einfluss zu compensiren, und dies ist die Vergrösserung

der Oberfläche der zweiten Elektrode. Je bedeutender nämlich die Grössendifferenz der beiden Elektroden zu Gunsten derjenigen ist, welche nicht im Ohre ruht, um so grösser ist, *ceteris paribus*, die Wirkung, ein Umstand, der in bekannten physikalischen Gesetzen seine Erklärung findet.

Alles dieses über den Zuckungsmodus der vom *Nervus facialis* abhängigen Muskeln Gesagte ist übrigens nichts Anderes, als dasjenige Zuckungsgesetz, welchem alle willkührlichen Muskeln des unverletzten menschlichen Körpers ohne Ausnahme unterworfen sind.

Fast vollkommen übereinkommend mit den oben geschilderten Zuckungen sind diejenigen, welche eintreten, wenn die Elektrode nicht in den Gehörgang eingesenkt, sondern mit derselben nur die äussere Oeffnung des Ohres verschlossen wird, zu welchem Zwecke sie natürlich eine entsprechende Form haben muss. Wesentlich anders gestaltet sich die Zuckung, wenn die Ohrelektrode in den Winkel zwischen Unterkiefer und *Processus mastoideus* aufgesetzt wird. In diesem Falle werden die Muskeln der untersten Partie des Antlitzes, welche bei der vorigen Application nicht zur Wirkung kamen, stärker erregt, und der Mundwinkel horizontal nach aussen gezogen.

3. Lichtempfindungen. Es sind dies die bekannten Erscheinungen, welche bei Einwirkung eines Stromes auf das Auge beim Schliessen und Oeffnen der Kette in Form von Blitzen an einer bestimmten Stelle im Inneren des Auges entstehen, und über welche eingehende Beobachtungen in früheren Zeiten gemacht worden sind. Ich habe mich bemüht, die in der Literatur vorgefundenen Angaben, welche, wie ich nachzuweisen versuchen werde, nicht mit einander in Einklang stehen, durch mannigfache eigene Beobachtungen, die ich sowohl an mir selbst, wie an anderen Personen angestellt habe, zu prüfen. Da das Ergebniss dieser Bemühungen zu einem Theile, wenn ich mich nicht irre, Neues, zu einem anderen Theile Momente enthält, welche, wenn nicht neu, so doch bisher nicht ausdrücklich hervorgehoben und bewiesen worden sind, so halte ich es nicht für überflüssig, dasselbe hier zu skizziren, indem ich die Controle meiner Angaben den Physiologen, Elektrotherapeuten und Augenärzten freundlichst empfehle.

1. Die galvanisch-optische Reizerscheinung kommt dadurch zu Stande, dass der Sehnervenapparat selbst vom Strome getroffen wird, und nicht etwa durch einen Reflexvorgang von den Enden des *Nervus trigeminus* aus. Dieser letztere, sowie andere Nerven, spielen sowohl bei galvanischer Reizung des Sehnerven, als aller anderen Sinnesnerven keine andere Rolle, als dass sie dem Gelingen des Experimentes Schwierigkeiten entgegenstellen, welche darin bestehen, dass sie selbst auf die Einwirkung des Stromes reagirend, hinderliche Nebenerscheinungen, wie Schmerz, Zuckung,

Absonderung etc. zu Wege bringen. Ein Theil der Autoren setzt die Richtigkeit der Ansicht, dass die elektrische Lichterscheinung im Auge auf Durchströmung des Sehnervenapparates beruhe, voraus, ein anderer hingegen deutet die genannten Erscheinungen als Mitempfindungen, die im Sehnerven durch reflectorische Uebertragung des Reizes von sensiblen Nerven aus erzeugt werden. Beweise sind meines Wissens weder für die eine, noch für die andere Ansicht geliefert worden. Es möge mir daher erlaubt sein, dergleichen zur Unterstützung meiner Anschauung anzuführen:

a. Die Quantität des optischen Reizeffectes steht in geradem Verhältniss zu der angewendeten Stromstärke, was bekanntlich bei reflectorischen Erscheinungen nicht der Fall ist. *

b. Pathologische Zustände (Hyperästhesien, Anästhesien) des *Nervus trigeminus* haben keinen Einfluss auf das Zustandekommen der galvanisch-optischen Reizerscheinung. **

c. Inducirte Ströme, welche die Hautnerven so leicht reizen, erzeugen viel weniger leicht eine Sehnervenreizung als galvanische Ströme.

d. Die elektrische Reizung des Sehnerven gelingt, *ceteris paribus,* um so besser, und bei um so niedrigeren Stromstärken, je geringer der Leitungswiderstand ist, welchen der Strom auf der zwischen den Elektroden und diesem Nerven gelegenen Strecke des Körpers begegnet.

e. Gewisse Stellungen der Elektroden, welche auf die Reizung der Hautnerven keinen verändernden Einfluss ausüben, begünstigen, andere erschweren oder verhindern das Zustandekommen der Sehnervenreizung (s. unten die Sätze 4. *a. b. c. d., α. β.*).

f. Die weiter unten erörterte Verschiedenheit beider Pole in ihrer Wirkung auf den Sehnerven wäre mit der Anschauung, dass diese auf reflectorischem Wege zu Stande komme, nur mittels der Hypothese in Einklang zu setzen, dass diejenigen verschiedenen moleculären (elektrotonischen) Zustände, welche durch den einen oder den anderen Pol in den Enden des *Nervus trigeminus* erzeugt werden, in demselben verschiedenen Sinne auf den Sehnerven übertragen werden, d. h. also, dass Elektrotonus in einem vom Strome nicht durchflossenen Nerven erzeugt werden könne.***

* Ob, nach Analogie der motorischen Nerven, es ein Maximum der Stromstärke gebe, über welches hinaus eine Vermehrung derselben eine Steigerung des Effectes weiterhin nicht mehr erzeuge, lässt sich am Sehnerven, so wie an den empfindenden Nerven des Menschen überhaupt, nicht mit Sicherheit nachweisen.

** Gegen das Beweisende dieser Erfahrung würde man allenfalls einwenden können, es sei noch nicht endgültig nachgewiesen, dass die die Empfindung vermittelnden Fasern auch wirklich dieselben seien, welche die Bahn für die Reflexvorgänge bilden.

*** B. Schulz in Wien hat bei Gelegenheit der zur Controle meiner Angaben angestellten Versuche in der That diese Ansicht in Bezug auf den Hörnerven ausgesprochen, und zwar in der Absicht, um damit (!) zu beweisen, dass bei elektrischer Reizung dieses Nerven in demselben Elektrotonus entstehe.

g. Ausschliessung des *Nervus trigeminus* aus der Kette hindert nicht das Zustandekommen der Sehnervenreizung. Zur Ausführung dieses Beweises senkte ich in ein bis an den *Processus mastoideus* reichendes Carotyden-Aneurysma eine bis an die Spitze mit isolirendem Ueberzug versehene Nadel, welche mit dem einen Pol einer Batterie verbunden wurde. Die dem anderen Pole entsprechende Elektrode wurde in Form einer grossen Platte an solchen Stellen des Körpers (Oberarm, Hand) aufgesetzt, von wo aus der Strom eine Reizung des Sehnerven zu erzeugen nicht im Stande war. Beim Schliessen der Kette entstand keine Empfindung im Stichcanal, wohl aber Lichtempfindung im Auge. *

2. Die Leichtigkeit, mit welcher der Sehnerv auf den elektrischen Strom reagirt, ist bei verschiedenen Individuen nicht geringeren Verschiedenheiten unterworfen, als dies bei den anderen Sinnesnerven und überhaupt bei allen Nerven des unverletzten menschlichen Körpers der Fall ist.

3. Aber auch die Qualität der Reaction, insbesondere die Form und Färbung des Lichtbildes, wovon weiter unten genauer die Rede sein wird, ist bei verschiedenen Personen keineswegs dieselbe, sondern bietet die grössten Verschiedenheiten dar. So wie der Hörnerv verschiedener Individuen auf elektrische Ströme mit sehr verschiedenen acustischen, der Geschmacksnerv mit verschiedenen gustatorischen,** so reagirt der Sehnerv mit in Form und Farbe verschiedenen optischen Empfindungen.

4. Von grosser Wichtigkeit für die Leichtigkeit, mit der die galvanische Reizung des Sehnerven zu Stande kommt, ist die gegenseitige Entfernung der Ansatzpuncte beider Elektroden, das Verhältniss dieser Entfernung zu derjenigen, um welche der Sehnerv von den Elektroden absteht, und endlich das Verhältniss, in welchem die Entfernungen beider Elektroden vom Sehnerven zu einander stehen.

Meine Beobachtungen haben in dieser Beziehung Folgendes ergeben:

a. Wenn beide Elektroden in nahezu gleicher Entfernung vom Sehnerven in der Umgebung des Auges aufgesetzt werden, so ist die optische

* Gern würde ich bei diesem Versuche nachgewiesen haben, dass die Farbe der Lichterscheinung auch dem Pole entsprach, welchen bei jeder Schliessung die Nadel repräsentirte. Es gelang dies aber nicht, weil, wie oft der Fall ist, die Versuchsperson überhaupt nicht im Stande war, eine verschiedene Färbung der beiden Polbilder zu erkennen.

** Diese Verschiedenheit der galvanischen Geschmacksempfindungen ist meinen Erfahrungen zu Folge besonders leicht am positiven Pole nachzuweisen. Viele schmecken bei Einwirkung der Anode, gemäss den Angaben der alten Galvaniker, sauer, sehr viele Andere aber haben einen prononcirt metallischen, noch Andere einen herben Geschmack Die Kathode lässt bald alkalisch, bald bitter schmecken, wie man längst bemerkt hat; es kommen aber auch ganz andere Geschmackssensationen vor, und endlich bleiben dieselben bei Einwirkung dieses Poles gänzlich aus, während sie am anderen Pole sehr deutlich auftreten. Letzteres findet bei mir selbst statt.

Erscheinung überhaupt schwierig hervorzurufen und bleibt selbst unter den günstigsten Umständen undeutlich.

b. Mit Leichtigkeit und Deutlichkeit entsteht dieselbe nur, wenn die Entfernung beider Elektroden vom Sehnerven eine verschiedene ist.

c. Diese Verschiedenheit hat ihre Grenze. Wenn nämlich der durch die gegenseitige Entfernung beider Elektroden in den Schliessungsbogen eingeschaltete Leitungswiderstand eine gewisse Grösse erreicht hat, so vermindert sich der optische Reizeffect wieder, oder bleibt ganz aus.

d. Aber auch die gegenseitige Nähe beider Elektroden hat ihre Grenze. Wenn nämlich der beide Elektroden trennende Leitungswiderstand unter eine gewisse Grösse sinkt, so vermindert sich der optische Reizeffect ebenfalls, oder bleibt ganz aus. Es kann also in diesem Sinne die zwischen den Ansatzstellen beider Elektroden befindliche Gewebsmasse dem den Sehnervenapparat enthaltenden Schliessungsbogen gegenüber angesehen werden als eine Nebenschliessung, welche für die galvanische Reizung des Sehnerven dieselbe Rolle spielt, wie der Rheostat des Apparates für den gesammten Schliessungsbogen. Je geringer der Widerstand in der Nebenschliessung, um so geringer der Effect in dem Schliessungsbogen.

α) Die Entfernung, um welche beide Elektroden von einander abstehen müssen, wenn der optische Reizeffect nicht gehindert werden soll, ist um so grösser, je ähnlicher die Entfernung jeder der Elektroden vom Sehnerven ist. Sobald diese letztere die gleiche ist, so verschwindet der unter diesen Umständen ohnedies nur schwache Reizeffect im Sehnerven gänzlich, wenn beide Elektroden über eine gewisse Grenze einander genähert werden.

β) Dieser Satz ist um so leichter zu demonstriren, je grösser die Entfernung beider Elektroden vom Sehnerven ist. Er hat aber auch in nächster Nähe noch vollkommene Geltung, z. B. wenn die Kette auf zwei Puncten des unteren Augenhöhlenrandes geschlossen wird.

5. Der Sehnervenapparat reagirt auf den Strom mit der Empfindung eines je nach den Polen verschieden gefärbten Lichtbildes.

6. Stets tritt das Lichtbild auf, welches derjenigen Elektrode entspricht, die sich in geringerer Entfernung vom Sehnerven befindet.

7. Jedes bei Schliessung der Kette erscheinende Polbild besteht aus zwei Farben, von denen die eine intensiver ist, sich im Centrum des Bildes befindet, nach dem Schlusse der Kette länger andauert, und schon bei geringeren Stromstärken auftritt, während das andere einen blassen Hof um das erstere bildet, schneller verschwindet und höhere Stromstärken erfordert.

8. Diejenige Farbe, welche bei dem einen Pole das Centrum des Bildes erfüllt, bildet bei dem anderen den Hof desselben und umgekehrt.

9. Während längerer Stromesdauer verschwindet die Lichterscheinung, welche einige Secunden lang nach dem Kettenschlusse in sich stetig vermindernder Intensität anhält, vollständig. Je grösser die Stromesstärke, oder je günstiger die Stellung der Elektroden, von um so längerer Dauer ist die Erscheinung.

10. Bei der Oeffnung der Kette entsteht momentan ein Bild von der umgekehrten Farbenstellung des Schliessungsbildes. Sehr häufig wird hierbei nur eine der beiden Farben, aber in der die Umkehr des Bildes charakterisirenden Stellung, wahrgenommen.

11. Je grösser die Differenz in der Entfernung beider Elektroden vom Sehnerven, um so schwächer wird der Hof des Bildes und mit ihm diejenige Farbe, welche beim Kettenschlusse dem Centrum entsprechen würde, sobald die jetzt entferntere Elektrode mit der anderen die Ansatzstelle vertauschte.

Bei einem gewissen Maximum dieser Differenz tritt nur ein einfaches Farbenbild, das centrale nämlich, auf.

12. Bei Dichtigkeitsschwankungen während ununterbrochener Stromesdauer treten dieselben Erscheinungen, nur mit geringerer Intensität, auf, als bei Schliessung und Oeffnung der Kette. Eine anschwellende Schwankung hat einen analogen Reizeffect als Kettenschliessung, eine abnehmende bringt eine der Kettenöffnung analoge Erscheinung zu Wege.*

13. Auch die Richtung derjenigen Linie, welche beide Elektroden mit einander verbindet, ist von Einfluss auf die Intensität und Dauer der Erscheinung. Letztere sind nämlich um so grösser, je kleiner der Winkel ist, welchen jene Linie mit der Längsachse des Sehnerven bildet. Eine der günstigsten Anordnungen des Versuches ist, *ceteris paribus,* daher diejenige, wobei man die eine Elektrode auf dem Nacken, die andere auf oder an dem Auge aufsetzt. Der Hof des Lichtbildes zeigt dann stets die der Nackenelektrode entsprechende Farbe.

14. In allen von mir beobachteten Fällen, insbesondere bei einigen sehr beobachtungsfähigen Collegen und bei mir selbst befindet sich das Lichtbild keineswegs in der Richtung der Sehachse, sondern vielmehr seitlich von dem fixirten Gegenstande, und zwar rechts von demselben beim rechten, links von ihm beim linken Auge. Diese Entfernung des

---

* Dieser Satz ist leicht mit Hülfe des Rheostaten nachzuweisen. Interessant und deutlich ist auch folgender Versuch:

Wenn man auf zwei in gleicher Entfernung vom Auge befindlichen Puncten, z. B. unter dem unteren Augenhöhlenrande die Kette schliesst, und jene Puncte einander so weit nähert, dass keine Lichtempfindung beim Kettenschlusse entsteht, und nunmehr bei fortwährend geschlossener Kette die eine Elektrode so verschiebt, dass sie dem Auge näher rückt, so entsteht das ihr entsprechende Lichtbild; verschiebt man sie hingegen in der Richtung, dass sie die vom Auge Entferntere wird, so entsteht das der anderen Elektrode entsprechende Lichtbild.

Lichtbildes von dem in der Sehachse liegenden Object wächst mit der Entfernung des letzteren vom Auge. Nur beim Ansetzen der Augenelektrode an die innere Seite der Nasenwurzel ist es mir gelungen, diese Stellung des Lichtbildes zu verändern. In diesem Falle tritt nämlich gleichzeitig mit dem nach aussen von der Mittellinie erscheinenden Lichtbilde noch ein zweites von meist schwächerer Intensität nach innen und in derselben Entfernung von dem fixirten Gegenstande auf, so dass dieser letztere sich dann zwischen zwei Lichtbildern befindet.

15. Aus diesem Grunde ist es mir, im Gegensatze zu den Angaben anderer Beobachter, weder bei mir selbst noch bei Anderen gelungen, irgend einen Einfluss nachzuweisen, den die Entstehung des Lichtbildes auf Grösse, Deutlichkeit und Färbung der direct betrachteten Objecte habe.

Ich muss bemerken, dass in denjenigen Beobachtungen, welche den beiden letzten Sätzen zu Grunde gelegt sind, also bei offenen Augen und in erhellten Räumen immer nur der centrale Theil des Lichtbildes, welcher, wie erwähnt, die grössere Intensität besitzt, gesehen wurde. Der diesen umgebende, anders gefärbte Hof entzog sich hierbei der Beobachtung, und zwar in jeder der beiden Stromesrichtungen.*

16. In den meisten Fällen hat das galvanische Lichtbild die Gestalt einer Scheibe von etwa drei bis vier Linien Durchmesser, deren Centrum scharf, deren Hof weniger scharf begrenzt ist, also fast ganz wie die Angabe Ritter's lautet. Zwei unter meinen Versuchspersonen gaben ungefragt eine rautenförmige Gestalt an, wie sie Purkinje sah.

17. Ueber das ganze Lichtbild verlaufen deutliche schwarze Linien von verschiedener Dicke und unregelmässiger Verzweigung. Von dem intensiver gefärbten Hintergrunde des centralen Theiles heben sich dieselben mit grösserer Deutlichkeit ab, als von dem schwächer leuchtenden Hofe.**

18. Ich sehe demnach den centralen Theil der Scheibe für den blinden Fleck an. Die über denselben verlaufenden schwarzen Linien sind vermuthlich die Gefässe. Die Grösse dieses Theiles der Scheibe ist stets dieselbe.

19. In Bezug auf die Färbung des Lichtbildes, welche, wie erwähnt, in beiden Stromesrichtungen verschieden ist, und bei verschiedenen Personen verschieden, aber bei derselben Person immer dieselbe ist, ergeben meine Beobachtungen Folgendes:

---

* Die Sätze 14. und 15. lassen sich am deutlichsten darlegen, wenn man den Versuch bei Lampenlicht anstellt und bedrucktes Papier betrachtet.

** Fig. 99 auf pag. 188 des Helmholtz'schen *Handbuchs der physiologischen Optik* giebt ein Bild des blinden Fleckes nebst dem erhellten Augengrunde bei objectiver Beleuchtung. Fast genau ist dies das von mir bei subjectiver galvanischer Beleuchtung wahrgenommene Bild, wenn ich mir die Farben hinwegdenke

a. Im Grunde meiner eigenen Augen erscheint beim Kettenschlusse, wenn die Anode dem Auge entspricht, eine gelbgrüne Scheibe auf dunkelem Hintergrunde (die PURKINJE'sche Bezeichnung: „wie wenn eine Saftfarbe auf schwarzem Grunde aufgetragen wäre," finde ich sehr zutreffend), welche umgeben ist von einem im Anfange der Erscheinung grösseren und glänzenderen, später sich verkleinernden und matter werdenden, endlich ganz verschwindenden hell himmelblau gefärbten Hofe. Das plötzliche Auftreten dieses im ersten Momente glänzenderen und grösseren Hofes macht den Eindruck eines Blitzes. Unmittelbar darauf scheint dieser Hof für eine wahrnehmbare Zeit, die mit der Stromstärke wächst, dieselbe (geringere) Grösse und Helligkeit beizubehalten, um dann gänzlich zu verschwinden, indem von der ganzen Erscheinung nur noch das Centrum für einige Zeit übrig bleibt. Später verschwindet, bei Abwesenheit von Stromesschwankungen, auch dieses vollständig. Bei der Oeffnung der Kette entsteht das umgekehrte Bild, von welchem ich indessen mit unfehlbarer Sicherheit nur das himmelblau gefärbte Centrum zu erkennen im Stande bin.

Wenn die Kathode dem Auge entspricht, ist beim Kettenschlusse das Centrum der Scheibe glänzend himmelblau, die Färbung des Hofes ist gelbgrün, wird aber nicht immer mit Sicherheit von mir erkannt. Der Verlauf der Erscheinung während der Stromesdauer ist ganz analog dem im vorigen Falle. Bei der Oeffnung erscheint wiederum die Umkehrung des Bildes; in der Peripherie ein hellblaues Aufleuchten, im Centrum eine in diesem Falle sicher erkennbare gelbgrüne Scheibe.*

Wenn ich die Kathode mit *Ka*, die Anode mit *A*, die Schliessung der Kette mit *S*, die Stromesdauer mit *D*, die Oeffnung mit *O* bezeichne, so erhalte ich nach Obigem für die in meinem Auge auftretenden Farbenbilder folgende Formel:

Ka S glänzend blaues Centrum (gelbgrüner Hof).
Ka D die Erscheinung verschwindet nach und nach vollständig, indem das Centrum den Hof längere Zeit überdauert.
Ka O hellblauer Hof, gelbgrünes Centrum.
A S gelbgrünes Centrum (hellblauer Hof).
A D allmähliges Verschwinden wie bei *Ka D*.
A O blaues Centrum (gelbgrüner Hof),

Was nun die anderen Versuchspersonen betrifft, so giebt die Mehrzahl derselben nur e i n e Farbenempfindung an. Da die Farbe des Centrums die intensivere und weniger flüchtige ist, so glaube ich die Angaben solcher

* Uebrigens verschwindet das der Kettenöffnung entsprechende Lichtbild keineswegs augenblicklich, sondern überdauert die Oeffnung eine sehr geraume Zeit. Auch hiervon überzeugt man sich am deutlichsten, wenn man den Versuch bei künstlichem Lichte anstellt und die Augen gegen bedrucktes Papier richtet.

Personen auf dieses beziehen zu müssen. Bei Weitem am häufigsten habe ich Wahrnehmungen notirt, welche mit den so eben geschilderten meinigen übereinstimmen. Auch mit der oben angeführten HELMHOLTZ'schen Angabe sind die eben angeführten Beobachtungen ohne Zwang in Einklang zu bringen.

In Folgendem notire ich einige abweichende Beobachtungen:

b. Ein Mann mit Parese des *Nervus trochlearis oculi sinistri*, unbefangen, der Selbstbeobachtung sehr fähig. Seine Aussagen halten allen Mitteln der Controle Stand, und gelten für beide Augen:

Ka S gelb.
Ka O lila.
A S lila.
A O gelb.

Dies ist also nahezu die Umkehrung der vorhergehenden Formel.

c. Mann mit Parese des *Musculus rectus externus oculi dextri* giebt mit Sicherheit und ohne Widersprüche Folgendes für beide Augen an:

Ka S roth.
Ka O bläulich.
A S blau.
A O röthlich.

d. Gesunder Mann, Arzt:

Ka S hellroth.
Ka O blau.
A S blau.
A O hellroth.

Diese beiden Formeln stimmen nahezu mit der RITTER'schen.

e. Gesunder Mann, Arzt:

Ka S tiefblaues Centrum, hellblauer Hof.
Ka O undeutlich.
A S hellblaues Centrum, tiefblauer Hof.
A O undeutlich.

Ich könnte die Zahl der unter sich in der Farbenempfindung abweichenden Fälle noch bedeutend vermehren, glaube aber, dass die angeführten hinreichen werden, um meine Behauptung zu stützen, dass die vom galvanischen Strome im Auge erzeugte Farbenempfindung sehr grossen individuellen Verschiedenheiten unterworfen sei.

Die oben geschilderten galvanischen Reizerscheinungen des *Nervus opticus* treten bei Durchleitung galvanischer Ströme durch das Ohr ebenfalls auf, jedoch ist das Ohr keineswegs der zur Hervorrufung der galvanischen Lichterscheinungen geeignetste Ansatzpunct der Elektroden. So lange die Ohrelektrode die dem Auge nähere ist, so lange entspricht die

Lichterscheinung demjenigen Pole, den diese Elektrode repräsentirt, anderenfalls tritt das dem anderen Pole entsprechende Lichtbild auf.

4. Schwindel. Die beim Galvanisiren des Kopfes auftretenden Erscheinungen von Schwindel sind ebenso bekannt als unerklärt. Auch sind dieselben, so viel ich weiss, noch nicht zum Gegenstande genauerer Beobachtungen gemacht worden. Es erfordert indessen dieses Symptom die Aufmerksamkeit der Elektrotherapeuten gar sehr, vor allen Dingen deshalb, weil man die Folgen nicht kennt, zu welchen es möglicherweise führen kann, wenn es eine gewisse Stärke hat, und weil es eben deshalb dem Arzte wünschenswerth sein muss, dasselbe zu umgehen. Auch über die Bedeutung dieses Symptomes in physiologischer Beziehung und über die Bedingungen seiner Entstehung habe ich in der Literatur wenig gefunden. Ich will daher dasjenige, was ich über dasselbe und über die Art seines Zustandekommens in Erfahrung gebracht habe, mittheilen. Der beim Anlegen der Elektroden an den Kopf auftretende Schwindel ist von den in den Sinnesnerven entstehenden Reizerscheinungen vollkommen unabhängig,* und besteht in einer Störung des Gleichgewichtes, welche nicht blos von den Versuchspersonen gefühlt wird, sondern auch objectiv zur Beobachtung gelangt, indem die davon befallene Person mit dem Kopfe und Oberkörper nach einer von beiden Seiten schwankt, was sich bis zum förmlichen Umfallen steigern kann. Die Leichtigkeit und der Grad, in welchen dieser Schwindel bei verschiedenen Personen eintritt, zeigt dieselbe Verschiedenheit wie die elektrischen Reizerscheinungen überhaupt. Bei gewissen Krankheiten (z. B. bei progressiver Bewegungs-Ataxie) tritt der Schwindel besonders leicht und in hohem Grade ein. Es ist indessen zur Hervorrufung dieses Symptomes keineswegs gleichgültig, wie die Elektroden am Kopfe applicirt werden. So lange die Linie, durch welche man beide Elektroden sich verbunden denken kann, parallel geht mit der Ebene, welche die Längsachse des Körpers mit der Längsachse des Schädels bildet, so lange entsteht kein Schwindel, man mag die Kette schliessen, auf welchem Puncte des Schädels es auch sei. Zum Zustandekommen des Schwindels ist es erforderlich, dass die beide Elektroden verbindende Linie mit jener Ebene einen Winkel bilde; und die Wirkung ist am stärksten, wenn dieser Winkel ein rechter ist. Es folgt hieraus, dass die zur Hervorrufung des Schwindels günstigste Stellung der Elektroden diejenige sei, wobei die eine der einen, die andere der anderen Hälfte des Schädels entspricht. In der That hört der Schwindel auf, sobald die eine Elektrode die Mittellinie des Schädels in der Richtung nach der anderen Elektrode überschreitet. Der Verlust

* Einige Autoren leiten ihn von der Reizung der Sinnesorgane ab.

des Gleichgewichtes erfolgt ohne Ausnahme nach derjenigen Seite hin, welcher die Anode entspricht. Diejenigen Punete, von denen aus der Schwindel am leichtesten erzeugt werden kann, sind das Hinterhaupt nebst oberem Theile des Nackens und *Processus mastoideus;* am wenigsten leicht entsteht derselbe von der unteren Antlitzhälfte aus. Im Allgemeinen tritt das Symptom sehr leicht ein und erfordert nur niedrige Stromstärken. Befindet sich die eine Elektrode in ansehnlicher Entfernung vom Schädel, so gehören höhere Stromstärken zur Erzeugung des Symptomes. Man kann das soeben Angeführte constatiren durch das am eigenen Körper angestellte Experiment, oder durch die von einer Versuchsperson zu referirenden subjectiven Schwindelempfindungen, als auch objectiv demonstriren durch das sehr deutliche Schwanken des Oberkörpers nach der einen oder der anderen Seite, welches sich bis zum Niederstürzen des ganzen Körpers steigern lässt. Zur objectiven Demonstration niederer Grade des Schwindels bediene ich mich einer horizontal über dem Kopfe der Versuchsperson an einem Gestelle angebrachten berussten Glastafel, auf welcher ein auf dem Kopfe senkrecht befestigter Pinsel die Bewegungen aufzeichnet. Das Gefühl selbst ist nicht schmerzhaft, aber beängstigend (einzelne Versuchspersonen freilich lachen über die sonderbare Erscheinung, die meisten aber erschrecken heftig darüber), und besteht in der Empfindung, als sei die Schwere der einen Körperhälfte aufgehoben, und als falle man in Folge dessen nach der anderen Seite. Dieses Fallen ist keine Täuschung, denn es kann, wie gesagt, objectiv demonstrirt werden, aber das Gefühl übersteigt die Wirklichkeit; denn wenn man das Experiment mit geschlossenen Augen vornimmt, so glaubt man schon bei niederen Stromstärken mit dem Kopfe einen Kreisbogen von beispielsweise einem Fusse und mehr Spannweite beschrieben zu haben und erstaunt beim Oeffnen der Augen über die verhältnissmässige geringe Grösse der Excursion. Das Schwindelgefühl, sowie das damit Hand in Hand gehende Fallen des Oberkörpers nach einer Seite, entsteht am deutlichsten bei aufrechter Stellung des nicht unterstützten Oberkörpers, bei geschlossenen Augen und unthätigen Muskeln. Bewegungen, Offenhalten der Augen, Unterstützung des Kopfes thun der Intensität des Symptomes einigen Abbruch. Hand in Hand mit dem durch den galvanischen Strom erzeugten Schwindel geht ein denselben kürzere oder längere Zeit überdauerndes Gefühl von Uebelkeit, welches sich selbst bis zum Erbrechen steigern kann, und ein oft lange nachhaltender dumpfer Druck in der Mitte des Hinterhauptes über der *Protuberantia occipitalis.* Da ich beim Studium dieses Symptomes, dessen Umgehung der Hauptzweck meiner desfallsigen Versuche war, immer mit Vorsicht verfuhr, so habe ich nicht Gelegenheit gehabt, Ohnmachten zu beobachten, glaube aber,

dass es dazu kommen könne. Der bei Einwirkung galvanischer Ströme auf den Kopf entstehende Schwindel tritt sofort mit dem Schlusse der Kette ein und hält während der Stromesdauer eine Zeit lang unvermindert an. Bei genauerer Beobachtung zeigt sich, dass der Schwindel nach dem Schlusse der Kette sich noch um ein Merkliches vergrössert. Wo das Symptom in grosser Deutlichkeit entwickelt ist, lässt sich dieser Umstand auch objectiv darlegen. Die Versuchsperson neigt sofort mit dem Schlusse der Kette den Kopf und Oberkörper zur Seite, bleibt einen Moment in dieser Stellung, und während der ersten Secunden der Stromesdauer wächst dann die Neigung zur Seite noch erheblich an. Bei langer Stromesdauer vermindert sich die Neigung zur Seite und auch das Schwindelgefühl verliert an Intensität. Wendungen des Stromes führen eine bedeutende Steigerung des Schwindels, natürlich mit umgekehrter Richtung der Neigung, herbei. Ob auch bei der Stromesöffnung ein Schwindelanfall eintrete, kann ich nicht mit derselben Sicherheit behaupten, da derselbe jedenfalls, wie die Oeffnungsreize überhaupt, von kurzer Dauer ist. Die Existenz eines Oeffnungsschwindels ist mir indessen wahrscheinlich, denn erstens scheint derselbe, wiewohl undeutlich, empfunden zu werden und sodann beobachtet man, dass der Körper sofort mit Oeffnung der Kette, wie von einer unsichtbaren Hand getrieben, nicht nur in die ursprüngliche Stellung zurückschnellt, sondern auch darüber hinaus nach der anderen Seite einen kurzen Bogen beschreibt. Dieser etwaige Oeffnungsschwindel hat die entgegengesetzte Richtung als der bei der Schliessung entstehende und erfordert höhere Stromstärken. Umgeht man den Oeffnungsreiz durch allmählige Verminderung der Stromstärke, so nimmt der Körper, unter gleichzeitiger Abnahme des Schwindelgefühles, allmählig und ohne jene zurückschnellende Bewegung seine ursprüngliche Stellung ein.

Zur Controle der aus den angeführten Erfahrungen über das Entstehen des Schwindels gewonnenen Anschauung stellte ich noch folgenden Versuch an: Während die Kathode auf dem Nacken oder einem anderen Theile des Rumpfes oder der Glieder ruhte, wurden durch Verdoppelung der anderen Leitungsschnur zwei Anoden hergerichtet, von denen zunächst die eine auf den *Processus mastoideus* der einen Seite aufgesetzt wurde. Bei der Kettenschliessung entstand heftiger Schwindel mit Neigung nach dieser Seite hin. In dem Momente aber, wo die bis jetzt freie andere Anode auf den *Processus mastoideus* der anderen Seite aufgesetzt wurde, hörte der Schwindel sofort auf. Der Schwindel entsteht also nur, wenn eine, nicht aber, wenn beide Schädelhälften zugleich unter den Einfluss der Anode gerathen. Man könnte gegen diese Schlussfolgerung einwenden, dass der Schwindel deshalb aufgehört habe, weil jede einzelne Schädelhälfte im zweiten Theile des Versuches nur von der halben Stromesdichte

getroffen werde, als im ersten Theile. Ich habe mich aber überzeugt, dass der Schwindel auch dann ausbleibt, wenn die Stromesstärke im zweiten Theile des Versuches bedeutend gesteigert wird.

Der besprochene Schwindel nebst der ihn begleitenden Uebelkeit und Benommenheit des Hinterkopfes bildet bei der galvanischen Behandlung des Gehörorganes eine der unangenehmsten und störendsten Nebenerscheinungen. Derselbe nimmt unter den grossen Uebelständen, welche, wie du Bois-Reymond sagt, die Wiederholung und Controle der älteren zur Reizung des Hörnerven angestellten Versuche bisher verhindert haben, einen hohen Rang ein. Aus den oben geschilderten Beobachtungen ergiebt sich diejenige Anordnung der Elektroden, welche das Zustandekommen des Schwindels nicht begünstigen.

Man findet bei den Autoren über Elektrotherapie die Angabe, dass auch inducirte Ströme Schwindel hervorbringen. Ich muss das Gegentheil behaupten. Bei Gelegenheit vieler Tausende von Applicationen inducirter Ströme am Kopfe und Antlitz, welche ich im Laufe meiner elektrotherapeutischen Thätigkeit ausgeführt, ist mir niemals Schwindel zur Beobachtung gekommen. An einzelnen Personen, welche ausgezeichnet waren durch die Leichtigkeit, mit welcher dieses Symptom während Application galvanischer Ströme bei ihnen entstand, habe ich dasselbe durch inducirte Ströme bei keiner Stromstärke und bei keiner der verschiedensten Stellungen der Elektroden zu erzeugen vermocht.

5. Schluckbewegungen. Bei Schliessung der Kette im oder am Ohre, am Nacken und Halse tritt in grösserer oder geringerer Häufigkeit und Deutlichkeit entweder ein vollkommener Schluckact ein, oder es kommt nur zu einer von denjenigen Bewegungen, welche den Schluckvorgang einleiten, wie Hebung des weichen Gaumens, des Kehlkopfes. Dem vollkommenen Schluckacte folgt eine hörbare Exspiration. Kommt derselbe nur theilweise zu Stande, so ist er meist von demjenigen, einem *Ructus* ähnlichen Geräusch gefolgt, welches man im Kehlkopfe erzeugen kann, indem man bei geschlossenem Munde die über demselben befindliche Luftsäule austreibt. Es fragt sich, auf welchem Wege dieser Schluckact entstehe. Derjenige Nerv, durch dessen galvanische Reizung man mit methodischer Sicherheit einen vollkommenen Schluckact hervorrufen kann, ist der *Nervus hypoglossus*, und man schliesst zu diesem Zwecke die Kette in der Gegend des grossen Horns des Zungenbeines. Es erfolgt der Schluckact bei jeder Schliessung der Kette, sobald je eine Elektrode je einem *Nervus hypoglossus* entspricht. Wird aber die eine von beiden Elektroden auf einer entfernten Stelle des Körpers, z. B. in der Hand, aufgesetzt, so kann man mit ziemlicher Deutlichkeit das oben erörterte Gesetz der galvanischen Muskelzuckungen des unverletzten menschlichen Körpers nachweisen. Es erfolgt bei mittleren Stromstärken der Schluckact

bei Kathodenschliessung und Anodenöffnung. Wendungen vergrössern die Wirkung der Schliessungen, und die Oeffnungseffecte sind um so sicherer hervorzurufen, je länger die ihnen vorhergehende Stromesdauer währte.

Bekanntlich besteht der Schluckact aus einer Reihe von Zusammenziehungen verschiedener und von verschiedenen Nerven innervirter Muskeln. Ausserdem ist er einer von denjenigen Vorgängen, welchen die Tendenz innewohnt, sich von selbst zu vollenden, sobald von den verschiedenen Muskelactionen, aus denen er besteht, auch nur eine einzelne, wie z. B. die Hebung des weichen Gaumens oder des Schlundkopfes, angeregt wird. Da nun die Art dieser Anregung ebenfalls sehr verschiedenartig sein kann, so leuchtet es ein, dass der Schluckvorgang auf die mannigfaltigste Weise und von den mannigfaltigsten anatomischen Ausgangspuncten her zu Stande kommen kann. Von der Dauer und Stärke der auf einen dieser Puncte einwirkenden Reize hängt es ab, ob sich der ganze Schluckact abspielt, oder ob nur ein Theil desselben zu Stande kommt.*

Die bei Galvanisirung des Ohres meist nur theilweise zu Stande kommende Schluckbewegung ist eine von der Kettenschliessung abhängige und ohne Verzögerung im Momente des Kettenschlusses auftretende Muskelcontraction. Viel schwieriger entsteht unter diesen Umständen eine gleiche Contraction bei der Oeffnung der Kette.

6. Speichelfluss. Nicht zu verwechseln ist die soeben erörterte Schluckbewegung mit derjenigen, welche beim Galvanisiren des Ohres durch Ansammlung des Speichels in der Mundhöhle entsteht.** Die unter diesen Umständen auftretende Vermehrung der Speichelsecretion ist nach den Experimental-Untersuchungen von Claude Bernard auf Reizung der die *Glandula submaxillaris* innervirenden *Chorda tympani* zurückzuführen, wozu sich ferner noch der durch die galvanische Geschmackssensation erzeugte Reflexreiz gesellt. Der sich auf diese Weise bei der Galvanisirung des Ohres im Munde in grösserer Menge ansammelnde Speichel fliesst bei manchen Personen während der Sitzung zwischen den Lippen heraus, Andere verschlucken ihn. Da diese Schluckbewegung eine halb willkührliche ist und erst nach geraumer Stromesdauer eintritt, so ist sie leicht von der durch Schliessungscontraction der betreffenden Muskeln veranlassten Schluckbewegung zu unterscheiden. Es kommt in einzelnen Fällen auch vor, dass der Speichel während der Dauer der Sitzung in den Kehlkopf gelangt und Hustenreiz erzeugt. Diese Hustenanfälle sind wohl zu unterscheiden von denjenigen, welche sogleich erörtert werden.

---

* Dr. B. Schulz in Wien hat in der *Wiener medicinischen Wochenschrift* vor längerer Zeit Beobachtungen veröffentlicht über die elektrische Erregung des Schluckactes, mit denen die oben von mir angeführten übereinstimmen.

** Vergl. Althaus, *die Elektricität in der Medicin*, pag. 77.

7. Hustenanfälle. Dieselben entstehen besonders leicht, wenn die eine Elektrode die Kette am Nacken schliesst. Sie bestehen in einer einoder mehrmaligen kräftigen Exspiration, treten sofort beim Schlusse, manchmal auch bei Oeffnung der Kette, sowie bei Stromesschwankungen auf und gehen Hand in Hand mit einem kitzelnden oder kratzenden Gefühle im Kehlkopfe, welches wohl als ihre Entstehungsursache anzusehen sein dürfte.

8. Geschmackssensationen. Dieselben sind, so wie ihre von den beiden Polen abhängige Verschiedenheit, von Alters her bekannt und sind, meinen Beobachtungen zufolge, intensiver, und leichter hervorzurufen, wenn die Anode, als wenn die Kathode den Erregungspuncten entspricht. Wenn die Kathode dem Ohre entspricht, so habe ich häufig alle Geschmacksempfindung ausbleiben sehen. Bei umgekehrter Stellung hingegen tritt die Reizung der Geschmacksnerven mit grosser Sicherheit auf. Häufig wird besonders, wenn die Elektrode in den Gehörgang eingesenkt wird, eine ganz bestimmte kleine Stelle der entsprechenden Seite des Zungenrandes als Sitz der Geschmacksempfindung bezeichnet. In anderen Fällen erfüllt die Sensation die ganze Mundhöhle „gleich einem Dufte". Der Charakter der Empfindung ist bald säuerlich (wie abgestandenes kohlensaures Wasser), bald herbe, zusammenziehend, bald metallisch („kupferig"). Letztere war die bei Weitem häufigste Sensation.

9. Formicationen in den vorderen Parthien des Zungenrandes der dem behandelten Ohre entsprechenden Seite. Dieselben sind bei unterbrochenen galvanischen und inducirten Strömen deutlicher als bei continuirlichen galvanischen Strömen. Man bezieht diese Sensation bekanntlich ebenfalls auf Reizung der *Chorda tympani*.

Von allen diesen bei Galvanisirung des Ohres auftretenden Nebenerscheinungen muss ich die Reaction der sensiblen Trigeminusfasern, sowie die Zusammenziehung der vom *Nervus facialis* versorgten Muskeln für unausweichbar erklären; nur der Grad, in welchem sie auftreten, hängt von der Applicationsmethode ab. Die übrigen Nebenerscheinungen folgen sich je nach der Sicherheit ihres Auftretens etwa in dieser, jedoch individuellen Schwankungen unterworfenen Reihenfolge:

Zusammenziehung des *Musculus masseter*.
Schwindel.
Lichtempfindungen.
Geschmackssensationen.
Formicationen im Zungenrande.
Speichelfluss.
Husten.
Schluckbewegungen.

Die unwillkommensten und störendsten der genannten Erscheinungen sind der Schmerz und der Schwindel. Wie man den letzteren vermeiden könne, folgt aus den oben gegebenen Beobachtungen über die Art seines Zustandekommens. Den Schmerz bei der Application gänzlich zu eliminiren ist unmöglich, wohl aber ist man bis zu einem gewissen Grade Herr über denselben durch die Wahl der Art und des Ortes der Application. Da, wie später gezeigt werden wird, die zur Erregung des Hörnerven erforderliche Stromstärke bei verschiedenen Individuen denselben Schwankungen unterliegt, wie dies bei allen anderen Organen, insbesondere auch bei den motorischen Nerven und den Muskeln der Fall ist, so leuchtet es ein, dass, selbst abgesehen von dem verschiedenen Empfindlichkeitsgrade verschiedener Individuen, die Grösse des bei der galvanischen Reizung des Gehörganges entstehenden Schmerzes in umgekehrtem Verhältnisse steht zu der Leichtigkeit der akustischen Erregung. Das unbequemste Verhältniss ist leichte Erregbarkeit der sensiblen bei schwerer Erregbarkeit (oder Zugänglichkeit) der akustischen Faser, ein Verhältniss, welches mir bei einzelnen Gesunden es in der That unmöglich gemacht hat, eine deutliche und mit methodischer Sicherheit wiederholbare Gehörssensation zu erzeugen.

Als den empfindlichsten Theil des Gehörorganes bei der Durchleitung galvanischer Ströme durch letzteres zeigt sich das Trommelfell. Hieraus ist es erklärlich, dass die von mir als die sicherste bezeichnete Methode der Reizung, wobei eine drahtförmige Elektrode in den mit warmem, nöthigenfalls mit Salzwasser angefüllten äusseren Gehörgang eingesenkt wird, keineswegs die mildeste ist. Die schmerzloseste und nur selten im Stiche lassende Art der Application besteht darin, dass man die knopfförmige Ohrelektrode auf den Tragus aufsetzt und mit beiden den Gehörgang schliesst, indem man zugleich einen gelinden Druck nach dem vorderen knöchernen Rande der Mündung des Gehörganges ausübt. In Fällen, wo dies nicht genügt, führt es manchmal zum Ziele, wenn man den Gehörgang mit lauem Wasser oder Salzlösung füllt und dann in der zuletzt beschriebenen Art verfährt. Was die Stellung der zweiten Elektrode betrifft, so ist mir meine den elektrotherapeutischen Operationen überhaupt zu Grunde gelegte Anschauung, dass durch die gegenseitige Stellung der Elektroden nicht mit Sicherheit und Klarheit über die Stromesrichtung disponirt werden könne, und dass der am unverletzten Menschen operirende Arzt exacter Weise nur nachzuweisen im Stande sei, dass die (verschiedene) Wirkung abhänge von demjenigen Pole, welcher dem physiologisch differenten Ansatzpuncte, hier also dem Ohre, entspreche, auch von vornherein maassgebend gewesen bei der elektrischen Untersuchung des Gehörorganes. Demgemäss waren meine ersten Bemühungen darauf

gerichtet, die Indifferenz der Ansatzstelle der zweiten Elektrode für den Modus der erzeugten Gehörssensation nachzuweisen. Diese Bemühungen waren, wie man sehen wird, von unantastbaren Erfolgen gekrönt, welche die Richtigkeit des angeführten Grundsatzes durchaus bewiesen. Da ich demnach mich mit der zweiten Elektrode keineswegs an bestimmte Stellen, z. B. an die Schläfe, den *Processus mastoïdeus* oder an den Nacken gebunden hielt, wie es bei Denjenigen der Fall ist, welche die Stromesrichtung dadurch verändern zu können glauben, dass sie die zweite Elektrode an verschiedenen Stellen aufsetzen,* so placirte ich dieselbe je nach Umständen und zwar für gewöhnlich auf den Nacken oder in eine Hand und änderte diesen Ansatzpunkt nur dann, wenn ich besondere Gründe dazu hatte, welche später noch erörtert werden. Mit der Wahl der Hand zum Ansatzpunkte der zweiten Elektrode fiel die Mehrzahl derjenigen störenden Nebenerscheinungen vollständig weg, welche beim Ansatze beider Elektroden an dem Kopfe auftreten, und die wenigen Nebenerscheinungen, welche auch bei dieser Application übrig blieben, erschienen in bedeutend gemindertem Grade. Gerade die Entfernung beider Elektroden von einander und die Grösse des Widerstandes, welchen die Haut in der Hohlhand darbietet, verhindern es, dass ausser dem Ohre noch andere Theile des Kopfes und Halses mit grosser Stromesdichte getroffen werden, trotzdem dass man bei dieser Application eben wegen des grösseren Widerstandes eine höhere Stromstärke nöthig hat. Zur Erreichung des Zweckes, den Strom in möglichster Dichte im Gehörapparat möglichst zu isoliren, dient ferner noch der Kunstgriff, dass ich den Umfang der zweiten Elektrode sehr gross wählte. Was den Nacken betrifft, so ist derselbe in Fällen, in denen die verschiedenen Kopfsymptome bei Einwirkung des Stromes von nur geringer Intensität sind, eine sehr günstige Ansatzstelle, und es sind bei dieser Art der Application verhältnissmässig geringe Stromstärken zur Erregung des Hörnerven ausreichend. Ob dies, ausser dem geringeren Leitungswiderstande und der günstigen Entfernung beider Elektroden von einander, seinen Grund auch darin habe, dass der Strom in annähernd paralleler Richtung mit der Längsachse der zu reizenden Faser diese letztere treffe, dies zu entscheiden fühle ich mich ausser Stande, weil wir weder über den Weg, welchen der Strom einschlägt, noch über die anatomische Lagerung der betreffenden Nervenfasern genaue Kenntniss besitzen.

---

* Von Solchen bin ich bei der Demonstration meiner Versuche öfters aufgefordert worden, den Ansatzpunct der zweiten Elektrode zu wechseln. Die Erwartung, hierdurch den Modus, in welchem der Hörnerv seine Antwort auf den galvanischen Eingriff ertheilte, ebenfalls wechseln zu sehen, wurde aber nicht erfüllt.

Es ist also aus dem Erörterten ersichtlich, dass weder die Hand noch irgend ein anderer Theil des Körpers von mir für einen obligatorischen Ansatzpunct der zweiten Elektrode gehalten wird. Bei der Wahl desselben leitet mich nur die Bequemlichkeit der Application, je nach der Stärke, in welcher die Reizungssymptome im Bereiche des Gehirns auftreten. Wo dagegen die Einwirkung auf dieses der Zweck war, da musste natürlich auch das umgekehrte Princip bei der Application der Elektroden in Anwendung kommen. In dieser Beziehung verweise ich auf den zweiten Theil der Arbeit.

Zweite Abtheilung.

Wirkung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan.

A. Die elektrische Reizung der nicht zum akustischen Nervenapparat gehörigen Theile des Ohres.

Manches von Demjenigen, was zu dieser Rubrik gehört, findet der Leser bereits in der vorigen Abtheilung erörtert, Anderes, worüber ich nur Dürftiges in Erfahrung gebracht habe, wird später eine gelegentliche Erwähnung finden. Hier will ich mich auf die Auseinandersetzung Desjenigen beschränken, was die Wirkung elektrischer Ströme auf das Gefässsystem des Ohres betrifft.

Bei der Durchleitung elektrischer Ströme durch das Gehörorgan mittels eines in den äusseren Gehörgang eingesenkten Drahtes entsteht sehr leicht eine Gefässinjection des Trommelfelles und der Wände, besonders der oberen Wand des Gehörganges. Inducirte Ströme wirken in dieser Beziehung mit viel geringerer Intensität als galvanische. Die Injection zeigt sich in ihrem niedrigsten Grade in Form einer lineären Röthung des Trommelfelles in der Gegend des Hammergriffes. Bei längerer Dauer und höheren Stärken des Stromes entsteht eine rothe Sprenkelung des ganzen Trommelfelles und beim höchsten Grade der Injection zeigen sich Trommelfell und die Wände des Gehörganges gleichmässig wie von einem scharlachrothen Tuche bedeckt. Niemals, auch nach langen und intensiven Einwirkungen, habe ich die Injection sich auf andere Theile, etwa auf Rachen oder Nasenhöhle, verbreiten gesehen. Zwar will ich die Möglichkeit einer solchen Ausbreitung nicht leugnen, aber es scheint mir, dass unter normalen Umständen nur rohe Versuche einen solchen Erfolg werden haben können.

Ueble Erscheinungen in Folge der Gefässreizung, insbesondere Entzündungsprocesse, habe ich niemals zu beobachten Gelegenheit gehabt. Die Injection nach Anwendung galvanischer Ströme verschwand ohne

Ausnahme schnell. So lange sie bestand, war sie begleitet von einem bald mehr bald weniger ausgesprochenen Gefühle von Völle und Wärme im Ohre, welches Gefühl von vielen Ohrenkranken als angenehm und erfreulich geschildert wird. Unmittelbar nach der Sitzung vorgenommene vergleichende Prüfungen der Hörschärfe ergaben öfters eine Verminderung der Hörweite, welche ebenso schnell als die Injection wieder verschwand.

Bei häufig wiederholten Sitzungen wird durch die Erregung des Gefässsystems der Stoffumsatz im Ohre lebendiger, fehlende oder mangelhafte Absonderung von Ohrenschmalz stellt sich wieder ein oder vermehrt sich, und alte Ohrenkranke referirten häufig, dass sie zu ihrer grossen Freude in dem behandelten Ohre ein Gefühl von Leben, Wärme und von „Zugehörigkeit zu ihrem übrigen Organismus" gewonnen, welches ihnen seit langer Zeit fremd gewesen sei.

Die Sicherheit, mit welcher die beschriebene Gefässreizung erzeugt werden kann, hat mich veranlasst, die etwaigen Einwirkungen zu studiren, welche dieselbe auf pathologische Ablagerungen haben könnte, und werde ich Dasjenige, was ich hierüber in Erfahrung gebracht habe, im therapeutischen Abschnitt mittheilen.

B. Die elektrische Reizung des Hörnervenapparates.

Es ist von vornherein im höchsten Grade wahrscheinlich, dass auch der Hörnerv keine Ausnahme mache von dem für alle anderen Nerven des Körpers geltenden Gesetze, wonach dieselben auf die sie treffenden Reize, also auch auf den elektrischen Reiz, mit einer Aeusserung ihrer specifischen Energie antworten. Die Unsicherheit und Widersprüche der bisherigen Angaben über diesen Punct haben ihren Grund theils darin, dass manche Experimentatoren Ströme gewählt haben, die inducirten, welche, wie ich nachweisen werde, wegen der grossen Empfindlichkeit der umgebenden Theile nicht in derjenigen Stärke angewendet werden können, wobei sie den Leitungswiderstand jener Theile überwinden können; theils darin, dass man auch durch galvanische Ströme den Nerven ohne hochgradige Entwicklung hinderlicher Nebenerscheinungen nur unter Beobachtung einer Reihe von Cautelen zu treffen vermag; theils endlich darin, dass das Ergebniss des Experimentes nicht objectiv dargestellt werden kann, sondern dass man in dieser Beziehung angewiesen ist auf das Referat der Versuchspersonen über ihre subjectiven Wahrnehmungen. Was insbesondere diesen letzten Punct betrifft, so verwechseln einzelne Versuchspersonen allerdings, namentlich Anfangs, häufig die durch den Hörnerven vermittelte mit der durch die empfindende Faser zu Stande kommenden

Sensation.* Dem ärztlichen Praktiker, welchem das Krankenexamen so häufig eine erstaunliche Confusion seiner Patienten und eine oft genug zu komischen Ergebnissen führende Unfähigkeit zur Selbstbeobachtung und Ungeschicklichkeit in der Beschreibung subjectiver Erscheinungen enthüllt, wird dies nicht auffallend sein. In der That gehört mitunter eine grosse Umsicht und Geschicklichkeit in der Fragestellung dazu, um von der Versuchsperson richtige Antworten über die bei Elektrisirung des Gehörorganes zu Stande kommenden Empfindungen zu erhalten und um zu verhindern, dass die den verschiedenen Reizmomenten entsprechenden Sensationen nicht miteinander verwechselt werden. Als allgemeine Regel für das Examen muss ich aufstellen, dass man an ungeübte Versuchspersonen nur sparsame, kurze, präcise Fragen und immer nur in den passenden Momenten stelle, ferner, dass man der Versuchsperson Zeit lasse, ihre Empfindungen zu beschreiben, selbst wenn dies in weitschweifiger Weise geschehe, oder wenn sich die Aufmerksamkeit der Versuchsperson zunächst solchen Erscheinungen zuwende, deren Beobachtung nicht das Ziel des Experimentes sind. Im Uebrigen richtet sich das Examen nach der Individualität der Versuchsperson, und hängen in gewissen Fällen die Klarheit und Zuverlässigkeit des Ergebnisses zu einem wesentlichen Theile von dem psychologischen Tacte ab, mit welchem der Experimentator seine Fragen stellte. Eine zum ersten Male zu dem Versuche benutzte Person durch allzuvieles und ungeduldiges Fragen nach ihren Wahrnehmungen, sowie durch eine ungeschickte Reihenfolge der Fragen dermassen zu verwirren, dass sie für das Experiment vorläufig psychisch unbrauchbar wird, ist nicht immer schwer, und ich habe dieses Kunststück einige Male vor Collegen absichtlich ausgeführt, um zu beweisen, dass es möglich sei, in die Versuchsperson etwas hineinzufragen, und wie wenig daher den Angaben solcher Experimentatoren Werth beizulegen sei, welche selbst nicht unbefangen und ohne vorgefasste Meinung an den Versuch gegangen sind. Da es mir wichtig ist, von den Ohrenärzten, welche die Prüfung meiner Angaben unternehmen, die in manchen Fällen erforderliche Geduld und Umsicht angewendet zu sehen, so will ich zur Erläuterung des Gesagten einige Beispiele anführen. Wie man aus der folgenden Untersuchung sehen wird, so giebt es unter den verschiedenen Reizmomenten, welche der galvanische Strom darbietet, solche, die eine Gehörsensation veranlassen, und andere, welche dies nicht thun. Nun kommt es gar nicht selten vor, dass Personen, welche vor Beginn des Versuches darauf aufmerksam gemacht wurden, dass sie Klang-

* Die Versuchspersonen russischer Nationalität aus der ungebildeten Classe confundirten bei meinen Experimenten insbesondere leicht die Begriffe von Empfinden und Hören, weil sie für beide häufig dasselbe Wort gebrauchen.

empfindungen haben würden, und deren Eitelkeit geweckt wird durch den von umstehenden Beobachtern ihren Aussagen beigelegten Werth, auch bei denjenigen Reizmomenten eine Klangsensation angeben, welche den Hörnervenapparat unerregt lassen. Ich habe Personen gefunden, welche, mir zur Demonstration der Hörnervenreaction zugeführt, sich offenbar bemühten, mir gefällig zu sein, indem sie Gehörssensation angaben, auch wo sie solche nicht hatten. Wieder Andere liessen sich während des Experimentes auf eine weitläufige Beschreibung der Gesichtszuckungen, der Blitze in den Augen, der Geschmackssensation ein, ohne irgend eine Aeusserung über statthabende Gehörssensation zu thun; als dieselben aber nach einer Weile von mir mit den Worten interpellirt wurden: „aber Klingen in den Ohren haben Sie gar nicht gehabt?" antworteten dieselben mit Nachdruck: „Ja natürlich habe ich Klingen in den Ohren, dass versteht sich ja von selbst!" und nachdem sie nunmehr darauf aufmerksam gemacht waren, dass es in erster Reihe auf die Feststellung der Gehörssensationen ankomme, gaben sie dieselben mit voller Präcision und mit einer Klarheit an, welche vor allen den Mitteln der Controle, welche das Experiment darbietet, auf das Beste bestand.

Um klar zu machen, mit welcher Behutsamkeit man überhaupt vorgehen muss bei Versuchen, bei welchen es auf zuverlässige Angabe der subjectiven Wahrnehmungen von Seiten der Versuchspersonen ankommt, will ich erstens anführen, dass es oft sehr schwierig ist, die Elektrosensibilität der Muskeln festzustellen, ohne dass sie mit der Elektrosensibilität der Haut confundirt werde; und zweitens, dass es bei der bei Weitem grössten Mehrzahl aller Individuen unmöglich ist, die bekannte und zweifellose Verschiedenheit der durch die beiden Pole der galvanischen Säule im Auge bewirkten Lichtbilder nachzuweisen.

Ganz abgesehen von dem technischen Theile des Experimentes wird man mir schon in Berücksichtigung des so eben Erörterten Recht geben, wenn ich die Elektrisirung des Gehörorganes eine sehr delicate Operation genannt habe. Manche derartige Operation habe ich an der unrichtigen psychischen Behandlung der Versuchsperson scheitern gesehen, und öfters ist es mir passirt, dass eine von umstehenden Beobachtern dazwischen geworfene unzeitige Frage mir für den Augenblick die Unzweideutigkeit des Ergebnisses getrübt hat. Das Examen der Versuchsperson ist ein sehr wichtiger Theil des Experimentes, in welchem der Arzt oft seine ganze Geschicklichkeit aufbieten muss. Individualisiren ist auch hier die Regel, wie beim ärztlichen Handeln überhaupt. Mit Ausnahme von Personen aus dem Stande der Aerzte und Naturforscher, habe ich es in der Regel nur bei Personen von ruhigem Temperament und geringer Erregbarkeit des Nervensystems nützlich gefunden, sie vor Beginn des Experi-

mentes ausführlich davon zu unterrichten, welche verschiedenen Sensationen bei den verschiedenen Reizmomenten auftreten würden, und auf welche von diesen Sensationen die Aufmerksamkeit vorzugsweise zu lenken sei. Bei Anderen begnüge ich mich, nach Anlegung der Elektroden und unmittelbar vor der ersten Schliessung der Kette, die Aufforderung an sie zu richten, mir zu sagen, ob und wann sie eine Gehörssensation wahrnehmen werden. In sehr vielen Fällen dagegen hat sich mir das umgekehrte Verfahren bewährt; da es mir nämlich nicht allzu selten passirte, dass Personen, welche damit bekannt gemacht waren, dass sie Gehörssensation haben würden, zunächst nicht diese, sondern Stechen, Brennen etc. referirten, so machte ich Solche, von denen ich dies erwarten zu dürfen glaubte, allein auf die bevorstehende Reaction des *Trigeminus* aufmerksam und nahm nunmehr wahr, dass nicht diese erwartete, sondern die auffallende, weil unerwartete Reaction des *Acusticus* berichtet wurde; ein psychologisch sehr begreiflicher Vorgang.

Es könnte nach dem so eben Erörterten den Anschein haben, als wäre die durch den galvanischen Strom erzeugte Gehörssensation eine nur schwierig zu beobachtende, deshalb undeutliche und für methodische Verwerthung zu ärztlichen Zwecken unzugängliche Erscheinung. Es ist dies indessen keineswegs der Fall. In der Regel ist die durch den galvanischen Strom erzeugte Gehörssensation vielmehr eine deutliche, charakteristische und der Beobachtung sich aufdrängende Erscheinung, deren Feststellung geübten Händen leicht gelingt.

Erster Versuch. *

Gesunder Mann. In den mit lauem Wasser angefüllten äusseren Gehörgang wird eine bis an die äusserste Spitze mit isolirendem Ueberzug versehene, drahtförmige Elektrode eingesenkt. In den Stromkreis ist nur der Stromvender eingeschaltet. Die Kettenschliessung wird so ausgeführt, dass der negative Pol der Ohrelektrode entspricht, die andere Elektrode in Form einer grossen, mit feuchtem Ueberzug ** versehenen platinirten Metallscheibe auf den Nacken aufgesetzt wird. Den Strom liefert eine Batterie aus Daniell'schen Elementen, welche hintereinander geschaltet sind.

Die Schliessung der Kette bei 2 Elementen giebt eine leichte stechende Empfindung im Ohre, bei 3 Elementen ein stechendes Brennen, bei 4 Elementen macht sich Schwindel bemerklich, bei 5 und 6 Elementen steigern sich die genannten Symptome

---

* Ich bemerke ein für alle Male, dass sämmtliche in dieser Arbeit beschriebenen Versuche ohne Ausnahme an einer grossen Zahl verschiedener Personen wiederholt worden sind. Diese Wiederholungen sind nicht aufgezählt worden, wenn die Erfolge übereinstimmten.

** Als Material zum Ueberziehen der Elektroden benutze ich Zündschwamm. Derselbe ist sowohl dem Badeschwamme, als dem Leder oder verschiedenen Zeugen bei Weitem vorzuziehen. Die noch vielfach gebräuchlichen Elektroden in Form eines mit einem Schwamme ausgefüllten Metallcylinders sind gänzlich zu verwerfen, sowohl bei den in Rede stehenden, als bei den elektrotherapeutischen Versuchen überhaupt.

unter gleichzeitigem Eintreten von Zuckungen der dem behandelten Ohre entsprechenden Hälfte des Antlitzes, unter Lichterscheinungen und Geschmackssensationen, und bei 7 Elementen entsteht ein deutlicher metallischer Klang, welcher beschrieben wird wie das Anschlagen einer kleinen Tafelglocke. Dieser Klang ist beim Entstehen scharf und schneidend, wird bald darauf schwächer und verhallt bei fortdauerndem Ketteuschlusse nach wenigen Secunden gänzlich. Der bei diesem Theile des Versuches auftretende Schmerz ist unerträglich und verbietet die Fortsetzung des Versuches. Nach Beendigung desselben zeigte sich heftige Röthung des Trommelfelles und Gehörganges, Schwindel, Uebelkeit und Eingenommenheit des Kopfes. welche letztere Symptome langere Zeit hindurch anhielten. Es war gleich bei diesem ersten Versuche vollkommen klar geworden, dass durch galvanische Ströme Gehörssensationen erzeugt werden können, ebenso klar war es aber auch, dass die so hochgradig entwickelten Nebenerscheinungen eine methodische Fortsetzung der Experimente zum Zwecke der Untersuchung und Behandlung unmöglich machen würden. Zur Erreichung des letzteren Zweckes war daher eine wesentliche Umänderung in der Application des galvanischen Stromes erforderlich.

Zweiter Versuch.

Dieselbe Person. Aus früheren Untersuchungen waren mir bereits die oben geschilderten Bedingungen bekannt, unter welchen bei Schliessung einer Kette auf dem Kopfe oder Nacken das beängstigende Gefühl von Schwindel entsteht, und es war mir daher klar, dass ich zur Umgehung dieses Symptomes die Elektrode *B* (so werde ich diejenige Elektrode nennen, welche nicht dem Ohre entspricht, während ich diese letztere mit *A* bezeichne) erstens nicht so stellen durfte, dass die, beide Elektroden verbindende. Linie die Längsachse des Schadels und des Rumpfes in einem Winkel schnitt, und zweitens dieselbe womöglich weder am Kopfe noch in dessen Nähe aufsetzen durfte. Zur Mässigung des Schmerzes liess ich die Elektrode *A* ohne isolirenden Ueberzug, wählte sie möglichst dick und fixirte sie in dem oben beschriebenen Trichter. Die Elektrode *B* wurde auf die innere Fläche des Vorderarmes aufgesetzt. Als nunmehr wie in dem ersten Versuche Kettenschliessungen in der Weise vorgenommen wurden, dass die Elektrode *A* dem negativen Pole entsprach, entstand von Schwindel keine Spur, und die übrigen Nebenerscheinungen traten in bedeutend geringerem Grade auf, trotzdem dass zur Hervorrufung der Klangsensation, welche in ganz derselben Weise auftrat, wie im ersten Versuche, die Stromstärke bis auf 9 Elemente gesteigert werden musste. Als hierauf die Elektrode *B* in der Hohlhand aufgesetzt wurde, erschienen die Nebenerscheinungen in noch geringerer Intensität, aber die beschriebene Klangsensation entstand erst bei einem Strome von 12 Elementen. Sobald aber durch einige Kettenschliessungen bei dieser Stromstärke wiederholte Klangempfindungen erzeugt worden waren, konnte die Zahl der in die Kette genommenen Elemente nach und nach bis auf 8 verringert werden, ohne dass die Klangempfindung ausblieb.

Dritter Versuch.

Dieselbe Person. Die Elektrode *A* besteht aus einem der Weite des äusseren Gehörganges angemessenen und mit feuchtem Zündschwamme überzogenen Metallcylinder, welcher in den nicht vorher mit Wasser gefüllten Gehörgang eingeführt wird. Elektrode *B* ruht der Reihe nach auf denselben Ansatzstellen, wie in den bisherigen

Versuchen. Der Erfolg ist im Allgemeinen ganz derselbe. Der Schmerz ist aber noch geringer als im zweiten Versuche und die zur Erzeugung der Klangempfindung erforderliche Stromstärke noch höher als ebendaselbst.

Vierter Versuch.

Dieselbe Person. Der Gehörgaug wird mit Wasser angefullt und derselbe hierauf durch die kuopfförmig gestaltete, auf den *Tragus* aufgesetzte Elektrode *A* verschlossen. Auch so erfolgt die Klangsensation bei nur schwach entwickelten Nebenerscheinungen und bei einer Elementenzahl, welche etwas höher ist als die im zweiten Versuche gebrauchte. In einer anderen Sitzung wurde dasselbe Experiment vorgenommen, ohne den Gehörgang vorher mit Wasser zu füllen. Auf diese Weise gelaug es selbst bei hoch gesteigerter Stromstärke nicht, Gehörssensation hervorzubringen.

Unter einer grossen Reihe von gesunden Personen, welche den so ebeu beschriebenen Versuchen unterworfeu wurden, fanden sich Viele, bei welchen das zuletzt erwähnte Verschliessen des nicht mit Wasser gefülltеu Gehörganges durch eine auf den *Tragus* aufgesetzte knopfförmige Elektrode genügte, um beim Kettenschlusse Gehörssensation hervorzubringen. In noch seltneren Fällen genügte das Aufsetzen der Elektrode *A* auf dem *Proc. mastoideus* oder auf der Wangenhaut unmittelbar vor dem *Tragus.*

Fünfter Versuch.

Durch einen in die *Tuba Eustachii* eingeführten Katheder von Kautschuck wird ein Metalldraht vorgeschoben, welcher die Elektrode *A* bildet. Die andere Elektrode ruht in einer Haud. Die Erzeugung von Gehörssensation gelingt nicht. Wenn dagegeu die Elektrode *B* auf den Nacken aufgesetzt wird, so erfolgt beim Kettenschlusse eine Klaugempfiudung, die dazu erforderliche Stromstärke ist aber grosser als in den bisherigen Versuchen und die störeudeu Nebenerscheinungen sind in hohem Grade entwickelt.

(Die Absicht, die Versuche von der *Tuba* aus zu vervielfältigen, habe ich bis jetzt zu meinem Bedauern uicht ausgeführt. Diejenigen, welche diese Versuche anstellen wollen, mache ich auf eine später, bei Gelegenheit des neun uud zwanzigsten Versuches, angeführte Cautele bei Beurtheilung der unter diesen Umstäuden erfolgenden Reaction des Hörnerven aufmerksam.)

In keinem der bisher erörterten Versuche rief die im metallischen Theile der Kette vorgenommene Oeffnung der Kette eine Gehörssensation hervor.

Was die zur Erzeugung der Gehörssensation bei gesunden Personen erforderliche Stromstärke betrifft, so ist dieselbe bei verschiedenen Individuen ebenso grossen Schwankungen unterworfen, als dies bei der elektrischen Reizung anderer Organe, insbesondere der Muskeln und motorischen Nerven der Fall ist. Bei demselben Individuum aber bleibt, so lange der Versuch unter unveränderten Bedingungen wiederholt wird, der Grad der zur Erzeugung der Gehörssensation erforderlichen Stromstärke in verschiedenen Zeiten vollkommen derselbe. Bei jeder

der mir zu den Versuchen dienenden Personen war mir diejenige Stromstärke genau bekannt, welche bei ihnen Gehörssensation hervorrief, und bei keiner habe ich in dieser Beziehung Schwankungen beobachtet, wenn nicht der Versuch unter ungewöhnlichen Verhältnissen (z. B. bei sehr erkälteter Haut) vorgenommen wurde. Da die Zahl der Elemente keine genaue Vorstellung giebt von der von der Batterie gelieferten Stromstärke, so habe ich eine Reihe von Versuchen ausgeführt, bei welchen ich die Stromstärke durch eine Tangenten-Boussole bestimmte, und auch in diesen das so eben Ausgesprochene bestätigt gefunden.

Ueber die Qualität der galvanischen Gehörssensation werde ich später Genaueres berichten. Nicht in allen, wohl aber in der weitaus grössten Mehrzahl der Fälle bestehen sie in einem metallischen Klingen.

Sechster Versuch.

Sämmtliche bisher beschriebene Versuche mit Ausnahme des fünften wurden an derselben Versuchsperson bei der umgekehrten Stromesrichtung wiederholt, so zwar, dass die dem Ohre entsprechende Elektrode *A* den positiven, die der Reihe nach auf verschiedenen Puncten des Schädels, dem Nacken, den Extremitäten etc. aufgesetzte Elektrode *B* den negativen Pol der Batterie repräsentirten. Unter diesen Umstanden zeigten sich sämmtliche unter den oben angeführten Nebenerscheinungen erörterte Wirkungen des Stromes auf die motorische, sensible und sensorielle Faser in der für die Anode charakteristichen Weise verändert. Diese Verschiedenheit der Wirkungen beider Pole ist so auffallend, dass jede Versuchsperson ohne Ausnahme im Stande ist, hiernach die beiden Pole zu unterscheiden. Am charakteristischsten unter den subjectiven Nebenerscheinungen ist für die Anode der oben beschriebene von Aussen nach Innen auf das Trommelfell gerichtete stumpfe Druck, welcher beim Kettenschlusse auftritt und so lange anhält, als der Strom dauert, wenn die Elektrode sich in dem mit Wasser gefüllten äusseren Gehörgange befindet. Nächst diesem Symptome pflegt unter den Nebenerscheinungen am auffälligsten die Geschmackssensation in der für den positiven Pol charakteristischen Weise aufzutreten, sowie der oben beschriebene Schwindel, welcher Letztere indessen bei verschiedenen Individuen mit sehr verschiedener Leïchtigkeit entsteht.

Nicht weniger charakteristisch ist die Einwirkung des positiven Poles auf den Gehörnervenapparat. Der Modus, in welchem hierbei Gehörssensationen auftreten, ist nämlich genau der umgekehrte von demjenigen Modus, in welchem die Gehörssensationen bei Einwirkung des negativen Poles auf das Gehörorgan erscheinen, so dass also diejenigen Reizmomente, welche Gehörssensation erzeugen, sobald die Kathode dem Ohre entspricht, keine Reaction des Gehörnerven veranlassen, wenn sich derselbe unter dem Einflusse des positiven Poles befindet. In letzterem Falle tritt demnach eine Gehörssensation auf bei Oeffnung der Kette, nicht aber bei Schliessung derselben und während der (von erheblichen Schwankungen freien) Dauer des Stromes. Die bei der Oeffnung der Kette in dem mit der Anode armirten Ohre entstehende Gehörssensation entspricht qualitativ der Schallempfindung, welche die Kathode beim Kettenschlusse und während der ersten Momente der Stromesdauer verursacht, jedoch ist sie von nur momentaner Dauer und, bei gleicher Stromstärke, schwacher als diese. Aus diesem Grunde entgeht sie mitunter der Beobachtung ungeübter Versuchspersonen.

Um die schwerfällige Beschreibung der Erscheinungen, welche bei galvanischer Reizung des Gehörnervenapparats auftreten, und der sie verursachenden einzelnen Reizmomente zu umgehen, habe ich mich in meinen Beocachtungsprotokollen der folgenden Formeln bedient, welche sich durch ihre Uebersichtlichkeit empfehlen. Wenn ich nämlich die durch den galvanischen Strom erzeugte akustische Empfindung im Allgemeinen durch den Buchstaben G, oder, je nach der verschiedenen Intensität, durch G', g, ferner die Schliessung des Stromes durch S, die Stromesdauer durch D und die Oeffnung durch O, endlich die Richtung des Stromes durch die bei dem jedesmaligen einzelnen Reizmomente dem Gehörorgane entsprechende Elektrode, und zwar die Kathode mit Ka, die Anode durch A bezeichne, so lassen sich die durch die bisherigen Versuche gefundenen Erscheinungen, welche der galvanische Strom im Gehörnervenapparate hervorbringt, folgendermaassen darstellen:

$Ka\ S\ G'$: d. h. es entsteht eine accentuirte Gehörssensation bei Schliessung der Kette, während sich das Gehörorgan unter dem Einfluss der Kathode befindet und die Anode auf einem vom Ohre entfernteren Theile des Körpers aufgesetzt ist.

$Ka\ D\ G >$: Eine sich schnell vermindernde und sodann gänzlich aufhörende Gehörssensation während der Dauer des Stromes in derselben Richtung.

$Ka\ O$ —: Bei Oeffnung der Kette entsteht unter diesen Umständen keine Gehörssensation.

$A\ S$ —: Wird nunmehr der Strom gewendet, so dass das Gehörorgan unter den Einfluss der Anode tritt, so entsteht bei Schliessung der Kette keine Gehörssensation.

$A\ D$ —: Ebensowenig eine solche während der Stromesdauer.

$A\ O\ G$: Dagegen tritt jetzt bei Oeffnung der Kette eine Gehörssensation auf, welche qualitativ übereinstimmt mit derjenigen, welche bei der Schliessung der Kette in der entgegengesetzen Stromesrichtung stattfand, aber von geringerer Intensität ist wie letztere, und von nur momentaner Dauer.

Siebenter Versuch.

Nach der Analogie anderer Organe durfte ich die Möglichkeit voraussetzen, dass bei gesteigerter Stromstärke auch die Reizmomente $Ka\ S$ und $A\ O$ vom Hörnerven mit seiner specifischen Energie beantwortet werden würden. Ich bemühte mich daher, bei Personen, bei welchen die Nebenerscheinungen sehr wenig entwickelt waren und die Hörnervenreizung besonders bequem vor sich ging, höchst mögliche Stromstärken einwirken zu lassen. Die Formel der Hörnervenreaction blieb indessen dieselbe wie

bei geringeren Stromstärken. Man wird in der Folge Fälle von krankhafter enormer Leichterregbarkeit des Hörnerven kennen lernen, in denen trotzdem *A S* und *Ka O* bei höchst möglichen Stromstärken keine Gehörssensation erzeugten.

Wenn man daher aus aprioristischen Gründen an der Voraussetzung festhalten will, welche die Veranlassung zu diesen Versuchen gegeben haben, so müssen die zur Hervorrufung der *A S*- und *Ka O*-Reaction erforderlichen Stromstärken so hoch liegen, dass sie als unerreichbare bezeichnet werden dürfen.

Sehr begierig war ich nunmehr, nachdem ich soweit vorgeschritten, zu erfahren, wie sich der Erfolg des an beiden Ohren zugleich angestellten Versuches gestalten würde. Wenn der Strom der Art durch beide Ohren geleitet wurde, dass die eine Elektrode dem einen, die andere dem anderen Pole der Batterie entsprach, so war es klar, dass, abgesehen von der Ungewissheit, in welcher Stromesrichtung die Nerven des einzelnen Ohres durchflossen wurden, in dem einen Ohre die entgegengesetzte Richtung zur Geltung kommen musste, als in dem anderen.

Achter Versuch.

Gesunder Mann. Elektrode *A* ruht im rechten, Elektrode *B* im linken Ohre. Bei Einwirkung des Stromes stellt sich folgende Formel heraus:

R. Ohr.	L. Ohr.
Ka S K' *	—
Ka D K $>$	—
Ka O —	*k*
A S —	*K'*
A D —	*K* $>$
A O k	—

Eine Steigerung der Stromstärke brachte keine Veränderung der Formel hervor, ausser einer grösseren Intensität der Klangempfindung und längerer Dauer derselben während des Geschlossenseins der Kette. Die Gleichgewichtsstörung, bestehend in unwillkührlicher Neigung des Oberkörpers nach der der Anode entsprechenden Seite hin, war bei diesem Versuche subjectiv und objectiv stark entwickelt. Die zur Erregung der Gehörssensation erforderliche Stromstärke ist bei dieser Art des Versuches eine verhältnissmässig niedrige. Dennoch ist sie lästiger als andere Arten wegen des stärker ausgesprochenen Schwindels.

Bei dem Minimum der Stromstärke, welches noch Gehörsempfindung erzeugt, giebt sich die Formel:

R. Ohr.	L. Ohr.
Ka S k	—
Ka D —	—
Ka O —	—
A S —	*k*
A D —	—
A O —	—

* *K'*, *K*, *k* bezeichnen Klang in seinen verschiedenen Intensitäten

Nachdem ich durch die bisherigen Versuche, welche an einer grossen Reihe der verschiedensten Individuen wiederholt wurden, unzweifelhaft festgestellt hatte, dass man durch Galvanisirung des Gehörorganes eine Aeusserung der specifischen Energie des Gehörnerven veranlassen kann, legte ich mir, ehe ich in der Untersuchung weiter schritt, die Frage vor, ob die durch den galvanischen Strom erzeugte Gehörssensation direct in Folge von Durchströmung des Gehörnervenapparates oder indirect durch Vermittelung anderer Theile zu Stande komme.

Was die Durchströmung des Gehörnervenapparates betrifft, so konnte ich nur an die äussersten peripherischen Endigungen des Gehörnerven denken, da man nur von diesen anzunehmen berechtigt ist, dass sie die sie treffenden Reize in Gehörsempfindungen umsetzen. Sodann ist die anatomische Lage der Enden des Nerven eine derartige, dass ich die Möglichkeit, sie auf die angegebene Weise durch einen galvanischen Strom treffen zu können, keineswegs von der Hand weisen konnte, während der Stamm des Hörnerven dagegen so geschützt liegt, dass es von vornherein viel unwahrscheinlicher erscheinen musste, einen galvanischen Strom in der erforderlichen Dichtigkeit durch ihn leiten zu können. Den thatsächlichen Beweis von der Durchströmung der akustischen Nervenenden zu führen, ist am Lebenden nicht möglich; ich war daher auf Versuche am Cadaver beschränkt, um nachzuweisen, ob man auf die angegebene Weise dieselben mit dem Strome zu treffen vermöge. Indessen verhehlte ich mir nicht, dass ein solcher Versuch am Cadaver keineswegs einen unbedingten Rückschluss auf die Verhältnisse am lebenden Körper gestatte, denn der Leitungswiderstand der Leiche ist ein wesentlich anderer als der des lebenden Körpers, und ein etwaiges negatives Resultat des an jener anzustellenden Versuches würde noch keineswegs die Unmöglichkeit beweisen, die akustischen Nervenenden des Lebenden mit dem Strome zu treffen.

Ausser diesem Versuche bot sich mir, um zu einer Ansicht darüber zu gelangen, ob die oben genannten Erscheinungen Folge einer directen galvanischen Reizung des Gehörnervenapparates seien oder nicht, noch ein anderes Mittel dar. Ich musste nämlich die unter normalen Umständen im Hörnerven auftretenden galvanischen Reizerscheinungen mit denjenigen vergleichen, welche sich der Beobachtung darbieten würden, wenn einerseits durch abnorme Leitungswiderstände dem galvanischen Strome der Weg zum Nerven erschwert, und andererseits, wenn durch abnorme Verringerung des Leitungswiderstandes der zwischen der Elektrode und dem Nerven liegenden Organtheile dem Strome der Weg zum Nerven erleichtert sein würde.

Für den Fall nun, dass das Ergebniss der so eben angedeuteten Versuche über die Treffbarkeit der akustischen Nervenenden durch den Strom

ein negatives Resultat haben würde, frug es sich, durch Vermittlung welcher Theile denn bei Galvanisirung des Ohres der Hörnerv zur Aeusserung seiner eigenthümlichen Thätigkeit angeregt werde. Es boten sich hier zwei Möglichkeiten. Entweder nämlich die Gehörssensation wird veranlasst durch Contraction der Binnenmuskeln des Ohres (in welchem Falle sie, streng genommen, nicht mehr eine subjective genannt werden könnte), oder sie ist eine Mitempfindung, welche durch Uebertragung des Reizes von den Enden des *Nervus trigeminus* aus entsteht. Von einer durch elektrische Ströme erzeugbaren Contraction der Binnenmuskeln des Ohres hört man mitunter sprechen als von einer selbstverständlichen Sache.*

Allerdings liegt die Vermuthung sehr nahe, da man andere die Paukenhöhle passirende Theile, insbesondere auch den *Nervus facialis*, welcher sogar selbst einen der Binnenmuskeln innervirt, elektrisch reizen kann, dass dies auch mit den Binnenmuskeln des Ohres der Fall sei. Der exacte Nachweis hierfür am unverletzten Menschen und bei Placirung der einen Elektrode in den Gehörgang, der anderen auf der Oberfläche des Körpers, ist jedoch noch nicht geliefert. Weit entfernt, die Möglichkeit in Abrede stellen zu wollen, dass man auf diese Weise eine Zusammenziehung der Binnenmuskeln erzeugen könne, glaube ich dennoch, dass man sich über diesen Punct nur mit Vorsicht äussern dürfe. In der That würde der Umstand, dass man den tiefer liegenden Hörnerven elektrisch reizen könnte, noch kein Beweis dafür sein, dass dies auch von den der Oberfläche näher liegenden Muskeln der Paukenhöhle gelte. Auch den Sehnerven kann man elektrisch reizen, keineswegs aber die Augenmuskeln zur elektrischen Contraction bringen, und obgleich ich die den Augapfel bewegenden Muskeln weder in anatomischer, noch in physiologischer Beziehung als Analoga der Binnenmuskeln des Ohres betrachten will, so wird man es dennoch gerechtfertigt finden, wenn ich in diesem Beispiele eine Veranlassung mehr erblicke, die elektrische Treffbarkeit und Contractilität der Binnenmuskeln von der Körperoberfläche aus nicht ohne Weiteres als bestehend anzunehmen. Für hypothetisch aber musste ich auch die Annahme ansehen, dass eine durch den elektrischen Reiz erzeugte Contraction der Binnenmuskeln unter allen Umständen eine Gehörssensation zu Wege bringe. In der That, wäre die elektrische Erregung dieser Muskeln so leicht, als es die Erregung der die Paukenhöhle passirenden Nerven ist, und entspräche dieser Leichtigkeit die Sicherheit, mit welcher jene Contraction eine Gehörsempfindung veranlasste, so würde jede Faradisirung des äusseren Gehörganges akustische Erscheinungen hervorbringen

* Siehe z. B. E. H Weber in Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, 1846, Bd. III, p 508. Artikel *Tastsinn*

müssen, und dies ist so wenig der Fall, dass, wie ich in der Folge zeigen werde, man selbst durch die heftigste faradische Tetanisirung des *Nervus facialis* und der motorischen Zweige des *Nervus trigeminus* vom äusseren Gehörgange aus nicht im Stande ist, eine Gehörssensation zu Wege zu bringen, es sei denn die durch die Bewegung des Unterkiefers im Gelenke erzeugte. Hierzu kommt ferner, um die Entstehung der galvanischen Gehörssensation aus der Contraction der Binnenmuskeln immer unwahrscheinlicher zu machen, dass dann bei höheren Stromstärken auch die Reizmomente *A S* und *Ka O*, da sie ja sehr deutliche Muskelzusammenziehungen erzeugen, auch akustische Empfindungen hervorbringen müssten; denn hiergegen würde nur der in der Luft schwebende Einwand übrig bleiben, dass die Binnenmuskeln möglicherweise nach anderen Gesetzen auf den elektrischen Reiz reagiren, als andere Muskeln.

Noch misslicher musste von vorn herein die Vermuthung erscheinen, dass die Gehörsempfindung durch physiologische Uebertragung des Reizes von der empfindenden auf die hörende Faser, also durch eine Art von Reflex entstehe. Glücklicherweise sind die Sinnesnerven, wenigstens im wachen Zustande, — und in diesem befinden sich die in aufmerksamer Selbstbeobachtung begriffenen Versuchspersonen gewiss — vor solchen reflectorischen Erregungen sehr geschützt, sonst würden wir in einer Welt von Hallucinationen leben. Eine reflectorische Erregung des Gehörnerven ohne die vollgültigsten Beweise als Erklärung der galvanischen Gehörsempfindungen anzunehmen, sah ich bei der Seltenheit und Zweifelhaftigkeit der reflectorischen Erregung des Sinnesnerven überhaupt schon von vornherein als in hohem Grade unstatthaft an. *

Nach Vorausnahme dieser Erwägungen versuchte ich nunmehr die in Rede stehenden Fragen durch das Experiment in's Klare zu setzen.

Neunter Versuch.

An einem Leichnam senkte ich in die Gegend der Bogengänge zwei Nadeln in das Felsenbein ein, welche mit den zu einem Multiplicator führenden Drähten in Verbindung standen. Wenn nun die Elektroden einer galvanischen Batterie so an den Körper angelegt wurden, wie es bei der Elektrisirung des Gehörorganes des Lebenden geschieht, also z. B. die eine in den Gehörgang, die andere auf den Nacken, so erfolgte eine Ablenkung der Nadel. Wanderte die Nackenelektrode in die Nähe der Ohr-

* Joh. Müller, *Handbuch der Physiologie*, zweite Aufl., Bd. II, p. 483, sagt, es sei nach Analogie anderer Sinne zwar wahrscheinlich, dass eine Gefühlsempfindung durch Reflexion auf die Gehörnerven wirken könne, aber es komme gewiss ausserordentlich selten vor. Henle hat an sich selbst die Beobachtung gemacht, dass leises Bestreichen der Backe ein Brausen im Ohre erzeugte. Wie mir scheint, kann dies aber mit grösserer Wahrscheinlichkeit durch Mitwirkung der reflectorisch erregten Binnenmuskeln des Ohres erklärt werden, als durch directe Uebertragung des Reizes auf den Hörnerven.

elektrode, so waren stärkere Ströme nöthig, um Nadelablenkung zu erzeugen. Waren beide Elektroden einander sehr nahe, also z. B. nur durch den *Tragus* oder den Ohrknorpel von einander getrennt, so erfolgte keine Ablenkung der Nadel.

Zehnter Versuch.

Bei einem 25jährigen Mädchen, welches auf dem linken Ohre taub war, erwies die Untersuchung eine vollständige Atresie des äusseren Gehörganges, welche durch eine dicke callöse, mit derber Haut überkleidete und mit den Wänden des Gehörganges gleichmässig verwachsene Gewebsmasse verursacht war. Die grosse Unempfindlichkeit der Haut erlaubte bei Galvanisirung des Ohres zu sehr hohen Stromstärken aufzusteigen, aber es gelang trotzdem nicht, irgend eine Gehörssensation hervorzubringen. Nachdem das Experiment am gesunden Ohre angestellt worden war, wobei sechs Elemente die Normalformel ergaben, wurde dasselbe auf dem kranken Ohre mit demselben negativen Erfolge wiederholt. Nur bei dem Maximum der angewandten Stromstärke, nämlich bei dreissig Elementen, schien die Kathodenschliessung eine schwache Gehörssensation zu bewirken. Jetzt wurde eine Perforation der den Gehörgang verschliessenden Gewebsmassen vorgenommen und unmittelbar darauf das galvanische Experiment wiederholt. Dasselbe ergab bei drei Elementen auf das deutlichste die Normalformel, und nach mehreren Schliessungen und Wendungen selbst bei zwei Elementen. Die Gehörssensation war ein intensives Klingen. Bei einem Elemente war nur noch *Ka S* wirksam, *A O* dagegen blieb vom Gehörnerven unbeantwortet. Drei Tage später schien die Perforationswunde sich geschlossen zu haben. Bei Anwendung des galvanischen Stromes entstand aber wie früher Klangempfindung in der Normalformel bei drei und weniger Elementen. Dies bestimmte mich zu vermuthen, dass der Stichcanal noch offen sei, was sich bei genauer Untersuchung (durch die Luftpumpe) bestätigte. Bei Gelegenheit der später vorgenommenen Abtragung der verschliessenden Gewebsmassen zeigte sich im Grunde der eiternden Paukenhöhle *Caries*. Trommelfell und Gehörknöchelchen waren zerstört.

Elfter Versuch.

Ein 40jähriger Mann war auf dem linken Ohre in Folge von Verstopfung des Gehörganges durch einen verhärteten Pfropf von Ohrenschmalz schwerhörig. Das galvanische Experiment ergab auf dem rechten Ohre die Normalformel bei sieben Elementen. Links gelang es bei keiner Stromstärke und durch keinen Kunstgriff, die geringste Gehörssensation zu erzeugen. Nach Entfernung des vorher aufgeweichten Pfropfes durch Ausspritzen reagirte das linke Ohr gleich dem rechten auf den Strom

Zwölfter Versuch.

50jähriger Mann mit sehr verdicktem und getrübtem Trommelfelle. Erst zwanzig Elemente geben bei *Ka S*, nicht aber bei *A O* eine schwache Gehörssensation. Es wird die Perforation des Trommelfelles vorgenommen. Unmittelbar nach der Operation entsteht heftiges Klingen in der Normalformel bei drei, zwei und einem Element.

Dreizehnter Versuch.

Bei einem jungen Manne, der in Folge langjähriger Eiterungen des Mittelohres Trommelfell und Gehörknöchelchen eingebüsst hatte, so dass die eiternde Paukenhöhle offen lag, trat die galvanische Gehörssensation qualitativ in der Normalformel, aber mit ungewöhnlicher Intensität und bei den niedrigsten Stromstärken ein.

Vierzehnter Versuch.

Ein 30jähriger mit rechtsseitiger Oculomotoriuslähmung, Contractur der Gesichtsmuskeln derselben Seite, sowie mit Anästhesie der rechten Gesichtshälfte und des Gehörganges behafteter Mann zeigt auf beiden Seiten die Normalformel bei der gleichen Elementenzahl.

Fünfzehnter Versuch.

Ein gesunder Mann, bei welchem es genügte, die Kette durch Ansetzen der einen Elektrode auf den *Proc. mastoideus*, der anderen auf Nacken oder Hand zu schliessen, gab auf diese Weise die Normalformel bei acht Elementen. Sobald die zweite Elektrode ebenfalls auf den *Proc. mastoideus* oder in dessen unmittelbare Nähe am Halse aufgesetzt wird, erfolgt selbst bei bedeutend gesteigerter Stromstärke keine Gehörssensation.

Das Gesammtergebniss dieser sieben Versuche spricht offenbar zu Gunsten der Anschauung, dass der akustische Nervenapparat selbst vom Strome getroffen und dadurch zur Aeusserung seiner specifischen Thätigkeit gereizt werde. Schon auf dem Wege der Ausschliessung konnte ich zu dieser Anschauung gelangen. Denn was zunächst die Binnenmuskeln des Ohres betrifft, auf deren Contraction möglicherweise die Entstehung der Gehörssensation bezogen werden konnte, so beweisen der achte und elfte Versuch evident, dass dieselbe auch zu Stande kommt, wo deren Mitwirkung eliminirt ist. Das Ergebniss des fünfzehnten Versuches (welcher später viel ausgedehntere und instructivere Wiederholungen finden wird) würde vollkommen unerklärlich sein, wenn der Hörnerv durch Uebertragung des Reizes von den sensiblen Nerven aus zu Stande kommen sollte. Dagegen stimmt es auf das Beste mit der directen Durchströmung des Hörnerven, denn es versteht sich nach den Gesetzen der elektrischen Leitung von selbst, dass der von den verschiedenartigsten Leitern verdeckte Nerv nicht oder nur mit äusserst geringer Dichte getroffen werden kann, wenn auf der Oberfläche der ihn bedeckenden Leiter die Kette auf zwei einander sehr nahen Puncten geschlossen wird. Dieser Versuch ist früher von mir mit demselben Ergebnisse am Sehnerven angestellt worden (vergl. oben).

Bekanntlich steht es keineswegs fest, ob die den Reflexreiz zum Centrum leitenden Nervenfasern besondere, für die Reflexfunction bestimmte, oder ob es die die Empfindung vermittelnden Fasern selbst sind. Wollte man sich der letzteren Ansicht zuwenden, so würde man geneigt sein, es als einen Beweis für das Zustandekommen der galvanischen Gehörssensation durch Reflex anzusehen, wenn pathologische Zustände des Empfindungsnerven auch auf das Entstehen der galvanischen Gehörsempfindung einen verändernden Einfluss ausübten. Letzteres ist, wie mein vierzehnter Versuch lehrt, indessen durchaus nicht der Fall. Es gehört

in der That nur wenig Beobachtungsgabe und nur eine geringe Zahl von Versuchen dazu, um darüber vollkommen klar zu werden, dass die Zustände im *Nervus trigeminus* keineswegs parallel gehen mit der grösseren oder geringeren Leichtigkeit, in welcher sich durch den galvanischen Reiz Gehörssensationen erzeugen lassen. Bei sehr geringer Empfindlichkeit der Haut und des Gehörganges treten oft genug die akustischen Empfindungen bei vergleichungsweise niederen Stromstärken ein, und umgekehrt bei grosser Sensibilität sind oft ungewöhnlich hohe Stromstärken dazu erforderlich. Es würde ferner mit der Erklärung der galvanischen Gehörssensation durch Reflex sehr schlecht stimmen, dass, wie man aus meinen Versuchen sieht, dem stärkeren Reize auch stets die stärkere Wirkung auf den Hörnerven entspricht. Ferner wäre es ganz unerklärlich, weshalb, wie ich demnächst zeigen werde, die die sensiblen Nerven so intensiv reizenden inducirten Ströme nicht, oder vielmehr sehr schwierig, Gehörssensation veranlassen. Endlich das Ergebniss des zehnten und elften Versuches, welches mit der Anschauung von der directen Durchströmung des Hörnerven im besten Einklange sich befindet, widerspricht auf das Entschiedenste der Reflexhypothese, für deren Unhaltbarkeit sich noch in späteren Versuchen wiederholt Beweise finden werden. *

Nachdem ich so die Binnenmuskeln und die Hautnerven ausgeschlossen, ** blieb mir nur übrig, die galvanischen Gehörsempfindungen darauf zurückzuführen, dass der Hörnervenapparat selbst vom Strome getroffen werde. Diese Ansicht wird aber durch meine Versuche auch direct gestützt. Zunächst können die Enden des Hörnerven am unverletzten Menschen vom Strome erreicht werden, das beweist der neunte Versuch, der selbst unter den ungünstigeren Leitungsverhältnissen, wie sie die Leiche darbietet, gelungen ist. Leitungswiderstände, welche vor dem Nerven liegen, können, wie der zehnte und elfte Versuch lehren, die galvanische Erregung des Hörnerven erschweren oder verhindern, während

* Vergl. dagegen die entgegengesetzten Meinungen der Herren Schulz, Politzer und Benedict in Wien (*Wiener medicinische Presse*, 1865, p. 579). Trotzdem Politzer selbst experimentell demonstriren konnte, dass elektrische Ströme den Hörnerven treffen, können sich die Genannten doch nicht entschliessen, die Wirkung elektrischer Ströme auf den Hörnerven auf diesem Wege zu erklären. Dagegen tragen sie kein Bedenken, Annahmen zu machen, die meines Erachtens viel kühner sind. Sie lassen den Hörnerven durch einen Vorgang, dessen physiologische Möglichkeit noch gar nicht bewiesen ist, nämlich durch Reflex von den Hautnerven aus erregt werden. Und der Letzte der Genannten giebt ausserdem an, durch den *Nervus sympathicus* auf das Gehörorgan einzuwirken.

** Man hat die elektrischen Gehörsempfindungen auch als Folge der Reizung des Trommelfelles aufgefasst (Althaus, *die Elektricität in der Medicin*, p. 75). Die Gründe gegen diese Auffassung sind in dem Vorhergehenden ebenfalls enthalten. Auch die durch den Kettenschluss erzeugten Erschütterungen im Kopfe haben einige Physiologen als die Quelle der bei Durchleitung elektrischer Ströme entstehenden Gehörssensation, wahrscheinlich in Erinnerung an Volta's und Ritter's Versuche, angesehen. Die Milde der Application in meinen Versuchen schliesst jede solche Erschütterung aus.

dagegen abnorme Verringerung des gewöhnlichen Leitungswiderstandes Hand in Hand geht mit ungewöhnlicher Leichtigkeit der Erregung des Hörnerven, wie im zehnten, zwölften und dreizehnten Versuche.

Dass endlich die Erregung des Hörnerven bei guter Durchfeuchtung der den Elektroden zur Ansatzstelle dienenden Hautpartie leichter vor sich geht, als vor der Anfeuchtung, ist eine Beobachtung, welche sich bei jedem Versuche aufdrängt. Alles dies befindet sich in bester Harmonie mit der Ansicht, die ich demnach zu der meinigen mache, dass die galvanischen Gehörssensationen auf Durchströmung des Hörnerven selbst beruhen. Im Laufe der Untersuchung werde ich noch mannichfache weitere Belege für diese Ansicht beizubringen Gelegenheit haben, insbesondere verweise ich auf die Uebereinstimmung der galvanischen Reizungserscheinungen des Hörnerven mit den Symptomen des elektrotonischen Zustandes des Nerven.

Das Ergebniss des achten Versuches, wobei beide Ohren gleichzeitig aber in entgegengesetzter Richtung des Stromes der galvanischen Reizung ausgesetzt wurden, weckte in mir den Gedanken, diesen Versuch in der Weise zu modificiren, dass beide Ohren gleichzeitig in derselben Richtung vom Strome durchsetzt würden. Ueber den zu erwartenden Erfolg konnte ich nach den bisher gemachten Erfahrungen schon nicht mehr zweifelhaft sein.

Sechszehnter Versuch.

Derselbe junge Mann, welcher zu dem eben erwähnten Versuche gedient hatte. Von der einen der beiden Contactschrauben des Apparates, welche zur Fixirung der Elektrodenschnüre dienen, gehen zwei der letzteren ab (welche ich *a a* nennen will), und zwar je eine zu einem der beiden Ohren. Die andere am Ende einer einfachen Leitungsschuur in Form einer Platte angebrachte (mit *B* bezeichnete) Elektrode wird auf den Nacken aufgesetzt. Bei Einwirkung des Stromes ergiebt sich folgende Formel:

	R. Ohr.	L. Ohr.
Ka S	*K'*	*K'*
Ka D	*K>*	*K>*
Ka O	—	—
A S	—	—
A D	—	—
A O	*k*	*k*.

Was die Stromstärke betrifft, so war sie bedeutend höher als diejenige, welche bei derselben Person zur einseitigen Erregung der Hörnervenreaction genügte, offenbar aus dem Grunde, weil bei diesem Versuche jedes der beiden Ohren nur mit halber Stromesdichte getroffen wurde. Wenn nur eine Elektrode *a* mit einem der beiden Ohren in Verbindung gebracht und nun beim Minimum der dazu erforderlichen Stromstärke eine Gehörssensation erzeugt wurde, so cessirte dieselbe

sofort, wenn die andere Elektrode *a* mit dem anderen Ohre in Verbindung trat, und erschien von Neuem, sobald die letztere wieder vom Ohre entfernt wurde. Der Grund konnte nicht zweifelhaft sein: er ist der, dass ein Mal ein Hörnerv mit ganzer, das andere Mal von Beiden je Einer mit halber Stromdichte getroffen werden. Wurde derselbe Versuch bei höheren Stromstärken wiederholt, so erfolgte das eine Mal eine sehr intensive Reaction in einem, das andere Mal eine weniger intensive gleichzeitige und gleichsinnige in beiden Ohren. Bei mittleren Stromstärken entstand derselbe Erfolg, nur mit dem Unterschiede, dass wenn *a a* gleichzeitig in Wirksamkeit waren, die *A O*reaction in beiden Ohren ausblieb.

Ruhte *B* in einer von beiden Händen, so war das Resultat, abgesehen von dem veränderten Werthe des Minimums der Stromstärke, dasselbe. Es zeigte sich bei Gelegenheit dieser Versuche ausserdem, dass eine geringe Ungleichheit in der Länge, Dicke und sonstigen Beschaffenheit, kurz ein geringer Unterschied in dem Leitungswiderstande der Elektrodenschnüre, ein Verschwinden der Reaction in einem der beiden Ohren, nämlich in demjenigen, welchem die Elektrode mit dem grösseren Widerstande entsprach, zur Folge hatte. Ja es ergab sich, dass ein beliebiges Paar der gewöhnlichen (aus Gold- oder Silbergespinnst bestehenden) Leitungschnüre oft genug eine wesentliche Differenz in dem von ihnen gebotenen Leitungswiderstand darbietet. Sicher und gleichmässig gelang der Versuch daher nur dann, wenn statt der Leitungsschnüre ein in zwei gleiche Hälften zusammengebogener solider Kupferdraht angewendet wurde, welchen ich an der Biegungsstelle mit der den einen Pol der Batterie repräsentirenden Contactschraube in Verbindung brachte, während die beiden freien Enden mit den beiden Ohrelektroden verknüpft wurden. In dieser Weise sind denn auch sämmtliche folgende Versuche der Art ausgeführt worden. Es war klar, dass die so eben geschilderte Beobachtung ein feines Mittel an die Hand gab, um bequem und sicher festzustellen, ob in einem gegebenen Falle die Erregung der beiderseitigen Hörnerven mit gleicher oder verschiedener Leichtigkeit auszuführen sei, oder, wenn nicht, welches von beiden Ohren, sei es durch herabgesetzte Erregbarkeit des Nerven selbst, sei es aus anderer Ursache, der Einwirkung des Stromes das grössere Hinderniss entgegensetze.

Es lag nun nahe, hiermit auch den fünfzehnten Versuch zu combiniren. Folgender Versuch ist das Resultat dieser Combination.

Siebenzehnter Versuch.

Die Elektroden *a a* sind mit den Ohren in Verbindung gesetzt. *B* wird in Absätzen einem der beiden Ohren vom Nacken aus über die entsprechende Seite des Halses hinweg genähert, indem jedesmal, wenn *B* auf einem der verschiedenen Ansatz-

puncte ruht, die Einwirkung der elektrischen Reizmomente, aus denen die Formel zusammengesetzt ist, ausgeführt wird.

Je näher nach dem Ohre I zu sich hierbei die Ansatzstelle von B befindet, um so schwächer wird die Reaction dieses Ohres im Gegensatze zum Ohre II; sobald B aber in der Gegend des *Processus mastoideus* angelangt ist, so reagirt Ohr II so, als wenn es mit B allein behandelt wäre, nämlich umgekehrt als Ohr I. Es erklärt sich diese Erscheinung daraus, dass das Ohr II bei dieser Stellung der Elektroden von B mit ganzer, von a nur mit halber Stromdichte getroffen wird.

Man wird diese Versuche später in noch ausgiebigerer Weise bei Ohrenkranken benutzt finden. Es fügen sich die Resultate auch dieser Versuche harmonisch den übrigen an, unter der Voraussetzung, dass der Hörnerv bei elektrischer Reizung des Gehörorganes vom Strome getroffen werde.

Achtzehnter Versuch.

Bekanntlich lassen sich die die Pankenhöhle passirenden Nerven mit einiger Sicherheit durch inducirte Ströme reizen, indem man eine Elektrode in den äusseren Gehörgang einfuhrt, oder auch, indem man sie auf den *Tragus* aufsetzt und gegen den Gehörgang andrückt. Ich habe nun an einer grossen Reihe der verschiedensten Individuen Versuche angestellt, eine Gehörssensation durch solche Ströme zu erzeugen, indem ich die eine Elektrode im Gehörgange, die andere im Nacken aufsetzte. Die Ströme lieferte ein du Bois'scher Schlitten. Als Versuchspersonen dienten nicht blos Gesunde, sondern auch solche Kranke, bei welchen die galvanische Erregung des Hörnerven mit besonderer Leichtigkeit vor sich ging, namentlich Solche mit offenliegender Paukenhöhle, und mit dem, von mir aufgefundenen, später genauer zu erörternden Zustand des akustischen Nerven, der Hyperästhesie, worin derselbe auf äusserst geringe Stromstärken reagirt. Niemals ist es mir gelungen, durch die gewöhnlich gebrauchten, sich schnell folgenden Inductionsströme, bei frei schwingendem Hammer, eine Gehörssensation zu erzeugen. Da ich meine Versuche zum Theil an Personen angestellt habe, welche die erdenkbar günstigsten Bedingungen zum Gelingen des Experimentes darboten, insofern sie ein auf den elektrischen Reiz ausserordentlich leicht ansprechendes Gehörorgan besassen, durch vielfache Versuche mit den bei Leitung elektrischer Ströme durch das Ohr auftretenden Erscheinungen im Nerven und Muskelsystem vollkommen vertraut, dabei in der Selbstbeobachtung ausserordentlich geübt und endlich fähig waren, inducirte Ströme von einer Starke zu ertragen, wie es nur selten andere Personen vermögen, so glaube ich mich davon überzeugt halten zu dürfen, dass es in der Regel unmöglich sei, den Hörnervenapparat des gesunden Menschen durch schnellschlägige volta-elektrische Inductionsströme zur Aeusserung seiner specifischen Thätigkeit zu veranlassen.

Die von früheren Beobachtern an Gesunden mit positivem Resultate in Beziehung auf Gehörssensation ausgeführten Versuche muss ich hiernach als auf Täuschung beruhend betrachten. Ob so hochgradige Hyperästhesieen des Hörnervenapparates oder anderweitige pathologische Zustände (z. B. bedeutende Defecte der den Nerven umgebenden Theile) vorkommen, in denen Gehörsempfindungen durch schnellschlägige inducirte Ströme hervorgebracht werden können, habe ich nicht Gelegenheit gehabt zu erfahren, jedenfalls können solche Fälle nur äusserst selten sein.

Der Grund dieser Unwirksamkeit inducirter Ströme konnte in der specifischen Natur derselben, nämlich in ihrer nur momentanen Dauer liegen; möglicherweise besass der Hörnerv nicht die Fähigkeit, auf Ströme von äusserster Kürze zu reagiren. Ohne Beispiel wäre ein solches Verhalten keineswegs. Es giebt nicht nur pathologische Zustände (bekannt bei gewissen Lähmungen des *Nervus facialis;* bei Lähmungen anderer Theile habe ich sie ebenfalls aufgefunden), * in denen der Nerv die Fähigkeit verloren hat, auf inducirte sowie auf sehr kurze galvanische Ströme zu reagiren, sondern bei einer gewissen Klasse von Organen ist dieses Verhalten das physiologische. ** Andererseits war es denkbar, dass schnellschlägige Inductionsströme nur deshalb unwirksam seien, weil sie bei vergleichungsweise niedrigen Stärken die sensiblen Nerven bereits so sehr reizen, dass diejenige Stärke, bei welcher sie auch den Hörnerven in der zu seiner Erregung erforderlichen Dichte treffen würden, unanwendbar sei. Auch hierfür fehlte es mir nicht an einem Analogon. Es giebt nämlich Lähmungen, in denen die Erregbarkeit für inducirte Ströme scheinbar erloschen, in der That aber nur so tief gesunken ist, dass das Maximum der Stärke, welche der dadurch erzeugte Schmerz anzuwenden gestattet, noch nicht denjenigen Grad erreicht, dessen der gelähmte Bewegungsnerv zu seiner Erregung bedarf. In solchen Fällen beobachtete ich nämlich zu öfteren Malen, dass ich Zuckung erzeugen konnte, wenn ich den schnellschlägigen Inductionsströmen einzelne Ströme, erzeugt durch langsam wiederholte Oeffnung (und Schliessung) der inducirenden Kette, bei festgestelltem Hammer, substituirte. Solche einzelne Inductionsströme werden vom sensiblen Nerven in einer bedeutend höheren Stärke ertragen, vorausgesetzt, dass jeder einzelne Schlag erst dann erfolgt, wenn der vom vorhergegangenen im Empfindungsnerven hinterlassene Eindruck vollkommen abgeklungen ist. In der That waren denn auch die Oeffnungsströme, durch welche es mir gelang, in den angeführten Fällen von Lähmung eine Contraction zu erzeugen, von so erheblicher Stärke, dass an deren Anwendung bei freiem Spiele des Hammers gar nicht zu denken war.

Diese Erfahrung benutzend wiederholte ich nunmehr den erwähnten Versuch am Hörnerven. Unter einer grossen Reihe von gesunden Versuchspersonen fanden sich allerdings Einzelne, bei welchen es auf diese Weise gelang, eine deutliche Gehörssensation hervorzubringen; bei der überwiegenden Mehrzahl hingegen fiel der Versuch negativ aus; d. h. die höchste Stromstärke, welche ertragen wurde, war noch nicht hoch genug, um Gehörsempfindung zu erzeugen. Dagegen gelang es mir in vielen Fällen von offener Paukenhöhle und in solchen von Hyperästhesie des Hörnerven durch einzelne Inductionsströme unzweifelhafte Gehörssensationen hervorzubringen. Dieselben bestehen meist in einem kurzen Klingen, welches die Helligkeit und Reinheit des durch galvanische Ströme erzeugten Klanges niemals erreicht. Häufig wurde es als das Erklingen eines zerbrechenden oder zerbrochenen Glases bezeichnet, und zwar von Personen, welche bei Durchleitung galvanischer Ströme einen reinen und hellen Klang empfanden.

Neunzehnter Versuch.

Neben der im vorigen Versuche beschriebenen Gehörssensation und unabhängig von derselben entstand während der Durchleitung inducirter Ströme durch das Ohr bei einigen Personen ein eigenthümliches „Knacken", welches der Beschreibung nach

---

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1865, Bd. VIII, p. 58.

** Vergl. Fick's *Untersuchungen über die Reaction organischer Muskeln auf elektrische Ströme.*

dem Geräusch ähnelt, welches manche Individuen willkührlich in ihrem Ohre zu erzeugen vermögen. Wo dieses Geräusch entstand, wurde es von dem elektrischen Erklingen des Hörnerven wohl unterschieden, und es gelang mir auch in einzelnen Fällen, dasselbe isolirt zur Erscheinung zu bringen. Ausnahmsweise habe ich dieses „Knacken“ oder „Rasseln“ auch bei Anwendung galvanischer Ströme beobachtet, und zwar, charakteristisch genug, bei demjenigen Reizmomente, *A S*, welchem der Hörnervenapparat mit Stillschweigen antwortet. Es ist dies das einzige bei Elektrisirung des Ohres von mir beobachtete Symptom, welches ich geneigt bin, auf Contraction der Binnenmuskeln zu beziehen. Es hängt das Auftreten dieser Erscheinung von individuellen Eigenthümlichkeiten ab, und dieselbe bietet sich der Beobachtung nur ausnahmsweise und zufällig dar.

Zwanzigster Versuch.

Einzelne sich sehr gut beobachtende Personen, bei denen die Hervorrufung von Gehörssensationen durch einzelne Inductionsströme besonders leicht war, so dass sogar Schliessungsinductionsströme diese Wirkung hatten (die in der Mehrzahl der Fälle nur bei Oeffnungsinductionsströmen auftritt), boten mir Gelegenheit, die Differenz beider Pole in Bezug auf die in Rede stehende akustische Empfindung zu beobachten. Bekanntlich besteht ein grosser Unterschied in der Intensität der Wirkung inducirter Ströme zwischen den beiden Polen, der besonders deutlich hervortritt bei Behandlung der motorischen Organe

Wenn nun bei meinen Versuchen die durch die stärkere Wirkung ausgezeichnete Elektrode (d. h. diejenige, welche bei den Oeffnungsströmen den negativen Pol repräsentirt) dem Ohre entsprach, so brachte nur der Oeffnungs-, nicht aber der Schliessungsstrom, entprach dagegen die andere Elektrode dem Ohre, so brachte nur der Schliessungs-, nicht aber der Oeffnungsstrom die oben beschriebene Gehörssensation hervor.

Ich darf indessen nicht verschweigen, dass dieser Unterschied der beiden Pole inducirter Ströme sich nicht immer in der so eben angeführten Weise darstellen lässt. Vielmehr giebt es unter den Personen, bei denen durch einzelne Inductionsströme Gehörssensationen sich erzeugen lassen, Solche, welche dieselben nur bei Oeffnungsströmen angeben, und zwar sowohl wenn der eine, als wenn der andere Pol dem äusseren Gehörgange entspricht. In diesen Fällen wurde das vernommene Geräusch als jenes eben erwähnte „Knacken“ oder „Rasseln“ bezeichnet. Ich vermuthe, dass diese Gehörssensation vielleicht auf Contraction der Binnenmuskeln beruhen könnte, und dass das oben erwähnte „Erklingen eines zerbrechenden Glases“, wie es bei inducirten Strömen zu entstehen pflegt, zusammengesetzt sei aus directer Reizung des Hörnerven und aus Reizung der Binnenmuskeln. Da dieser Gegenstand bei der Schwierigkeit, mit welcher die Erzeugung von Gehörssensationen durch inducirte Ströme erfolgt, kein ärztliches Interesse darbietet, so habe ich ihn nicht weiter verfolgt.

Bemerken muss ich noch, dass ich durch inducirte Ströme überall nur dann akustische Erscheinungen erzeugen konnte, wenn die Ohrelektrode im äusseren Gehörgange, nicht aber, wenn sie in der Umgebung des Ohres placirt war. Zur Anstellung von Versuchen mit magnet-elektrischen Inductionsströmen, wie sie die sogenannten Rotationsapparate liefern, und welche sich von den volta-elektrischen Inductionsströmen durch ihren langsameren Verlauf auszeichnen, habe ich bisher keine Zeit gefunden.

Die bisherigen Versuche wurden angestellt, während sich im Schliessungsbogen ausser dem Stromwender keine weiteren Hülfsapparate befanden. Es ist dies indessen noch eine rohe und wenig empfehlenswerthe Versuchsmethode. Die Stromstärke kann dann nur auf die Weise abgeändert werden, dass man mehr oder weniger Elemente in die Schliessung aufnimmt. Wenn man diese Manipulation an der Batterie selbst in das Werk setzt, oder mittels einer solchen Vorrichtung, wie sie sich in den von Remak empfohlenen Siemens'schen Apparaten für Galvanotherapie befinden, vermöge deren man durch eine Contactkurbel Einen der in einem Halbkreise an einer Tafel angebrachten und die verschiedenen Elementenzahlen der Batterie repräsentirenden Metallknöpfe in die Kette nimmt, oder auch durch eine zifferblattartige Vorrichtung, bei welcher durch Stellung des Zeigers verschiedene Elementenzahlen in den Kreis aufgenommen werden können, so ist man, wie bereits früher erwähnt wurde, nur nach vorhergegangener jedesmaliger Oeffnung der Kette im Stande, eine Modification der Stromstärke durch erneute Schliessung einer anderen Elementenzahl herbeizuführen. Das Gehörorgan wird dadurch sehr häufig ganz überflüssiger Weise den von den in voller Stromstärke vorgenommenen Oeffnungen und Schliessungen der Kette unzertrennlichen Insulten ausgesetzt. Natürlicher Weise ist dies ein schmerzhaftes und aufregendes Verfahren, welches sich weder zur Untersuchung gesunder noch zur Behandlung kranker Personen empfiehlt.

Um alle unbeabsichtigten Oeffnungen und Schliessungen der Kette zu umgehen, bedurfte ich einer Vorrichtung, durch welche ich die Elementenzahl bei ununterbrochener Stromesdauer willkührlich verändern konnte. Ein einfaches Mittel hierzu bietet die Gabelung Eines der beiden Schliessungsdrähte. Will man, während die Kette mittels des einen Gabelarmes geschlossen ist, die Stromstärke verringern, so verbindet man einfach ein in der Reihe niedriger stehendes Element mit dem zweiten Arme der Gabel. Will man dagegen die Stromstärke vergrössern, so bereitet man dies vor, indem man zunächst den freien Gabelarm mit einem in der Reihe höher stehenden Elemente in Contact setzt, und führt es aus, indem man den ersten Arm aus seiner bisherigen Verbindung löst. Dies Verfahren ist zwar umständlich, aber im Nothfalle brauchbar. Das Uebelste dabei ist der Umstand, dass die geringste Unsicherheit in der die Verbindungen und Lösungen ausführenden Hand diese Acte durch eine Reihe sich schnell folgender Stromschwankungen einleitet, welche wiederum die ihnen entsprechenden reizenden Eindrücke auf das in der Kette befindliche Organ ausüben. Derselbe Vorwurf trifft auch die bereits oben erwähnten Doppelkurbeln. Ich liess mir daher eine Vorrichtung

construiren, welcher diese Mängel fremd sind. Diese ist der oben beschriebene Stromwähler mit Stöpselvorrichtung. Mittels desselben vermag man, wie dort beschrieben wurde, die Zahl der in der Kette befindlichen Elemente zu variiren, ohne den Strom zu unterbrechen. Da man die Stromstärke aber nur um ein Element variiren kann, und eine solche Schwankung sich bei Elektrisirung des Hörnerven oft als zu gross auswies, um die Reaction dieses Nerven zu umgehen, so griff ich noch zu dem oben beschriebenen Stöpselrheostaten, den ich in Nebenschliessung anbrachte.

Von jetzt an wird bei den Versuchen ausser dem Stromwender stets der beschriebene Stromwähler zur Variirung der Elementenzahlen, so wie der in Nebenschliessung angebrachte Stöpselrheostat benutzt. Den Formeln der Hörnervenreaction wird die Elementenzahl in römischen, der zur Anwendung gekommene Leitungswiderstand in arabischen Ziffern vorangestellt.

Ein und zwanzigster Versuch.

Gesunder Mann, vor Kurzem von einem Katarrh der Paukenhöhle durch Luftdouche geheilt. Elektrode *A* im äusseren Gehörgange, Elektrode *B* in der Hand.* Bei Durchleitung galvanischer Ströme ergeben sich folgende Formeln:

X X 10—80		geben keine Reaction.
X X 90—120	*Ka*.*S*	Sehr kurzes Fliegensummen.**
	Ka D	—
	Ka O	—
	A S	—
	A D	—
	A O	—.
X X 130—170	*Ka S*	Starkeres Summen.
	Ka D	desgleichen >.
	Ka O	—
	A S	—
	A D	—
	A O	—.
X X 180—250	*Ka S*	entferntes Wagenrollen.
	Ka D	desgleichen >.
	Ka O	—
	A S	—
	A D	—
	A O	Fliegensummen.

* In sämmtlichen Versuchen, in denen die Stellung der Elektroden nicht besonders erwähnt wird, ist diese Stellung gebraucht worden.

** In allen Versuchen sind die Gehörssensationen genau nach den Worten der Versuchsperson protocollirt.

X X 260—400 *Ka S* Rollen von Kanonen.
Ka D desgleichen >.
Ka O —
A S —
A D —
A O Wagenrollen.

X X 410—550 *Ka S* Anschlagen eines Bleches.
Ka D desgleichen >.
Ka O —
A S —
A D —
A O Rollen.

X X 560 *Ka S* scharfer Klang gleich einer silbernen Tafelglocke.
Ka D desgleichen >.
Ka O —
A S —
A D —
A O schwächerer und kurzer Klang.

Der bei *X X* 560 entstehende Klang wurde bei Vermehrung des Leitungswiderstandes der Nebenschliessung bis zur höchsten Stärke des Stromes, welche ertragen wurde, immer intensiver, ohne seinen Charakter zu verändern.

Zwei und zwanzigster Versuch.

Schwerhöriger Mann mit vierjährigem Katarrh der Paukenhöhle und heftigem Ohrensausen

X 10—40 Nichts.

X 50—100 *Ka S* Summen einer Fliege.
Ka D desgl. ∞ (nicht aufhörend).
Ka O —
A S } Vollkommenes Verstummen des subjectiven
A D } Sausens.*
A O kurzes Summen oder Hauchen.

X 110—190 *Ka S* Brummen einer Hummel.
Ka D desgl. ∞.
Ka O —
A S — } wie oben.
A D — }
A O kurzes Summen.

X 200 und mehr *Ka S* „Brummen von zwei in der Luft mit einander kämpfenden Hummeln.“
Ka D desgl. ∞.
Ka O —

* Ueber diese Erscheinung sowie über die Unendlichkeit der *Ka D*-Reaction wird im zweiten Theile dieser Arbeit berichtet werden.

A S — } wie oben.
A D — }
A O kurzes Brummen.

Innerhalb erträglicher Stromstärken liess sich eine Klangsensation nicht erzeugen.

Drei und zwanzigster Versuch.

Gesunder Mann.

X X 10—200 Nichts.

X X 210—430 *Ka S* Anschlagen eines Kupferbleches.
Ka D desgleichen >.
Ka O —
A S —
A D —
A O Gehörssensation von undeutlichem Charakter.

X X 440—500 *Ka S* Erklingen eines geschliffenen Weinglases.
Ka D desgleichen >.
Ka O —
A S —
A D —
A O Anschlagen eines Kupferbleches.

X X 510 und mehr *Ka S* derselbe Klang wie oben.
Ka D desgleichen >.
Ka O —
A S —
A D —
A O desgleichen, kurz.

Diese drei Versuche, denen ich eine sehr grosse Anzahl anderer mit ähnlichem Ergebnisse anreihen könnte, lehren zunächst, dass die galvanische Gehörssensation keineswegs immer den Charakter eines Klanges besitzt. Freilich ist dies in der weit überwiegenden Mehrzahl allerdings der Fall. Für gewöhnlich ist die durch galvanische Ströme erzeugte akustische Empfindung ein heller, oft angenehmer, meist ziemlich scharfer Klang, der in seiner höchsten Entwicklung ein musikalisch bestimmbarer Ton von einer bei verschiedenen Individuen verschiedenen, bei demselben Individuum und derselben Stärke des Reizes aber sich stets gleich bleibenden Klangfarbe ist. Dieser Ton wird bald dem eines Saiteninstrumentes, bald dem eines geschliffenen Glases, einer kleinen silbernen Tafelglocke, einer Thurmglocke, einer abgestimmten Kuhglocke, einer Glasharmonica, einer Schlaguhr, eines in Schwingung versetzten Metallbleches und dergleichen mehr an die Seite gestellt. Die Verschiedenheit der gegebenen Bezeichnungen ist ausserordentlich gross. Dass beobachtungsfähige Versuchspersonen nicht im Stande seien, die Farbe des

vernommenen Klanges zu bestimmen, kommt vor, aber selten. Vielmehr drängt sich die Klangfarbe der Beobachtung so auf, dass viele Versuchspersonen gar nicht müde werden, zu versichern und zu beschreiben, wie deutlich dieselbe sei. Es kommen hierbei die feinsten Nüancirungen vor. So wird z. B. nicht nur der Saitenton als solcher erkannt, sondern es wird von Vielen auch mit Bestimmtheit und bei zu verschiedenen Zeiten wiederholten Versuchen mit widerspruchsloser Uebereinstimmung dasjenige Instrument bezeichnet (Guitarre, Violine, Bass), von welchem der Ton herrühre. Töne von Blasinstrumenten (Flöte, Trompete) habe ich bei Gesunden selten und nicht in sehr charakteristisch entwickelter Weise beobachtet, wohl aber bei Ohrenkranken. Bei diesen kommen auch auf den beiden Ohren sehr verschiedene Töne und sonstige Gehörsempfindungen vor. Häufig wird der Ton als ein „reiner" angegeben. Wenn man aber genauer nachforscht, so findet man meistens, dass der vernommene Ton trotz seiner Schärfe keineswegs rein, sondern vielmehr von gleichzeitigen Geräuschen begleitet sei. Mitunter gelang es mir, in solchen Fällen durch Verminderung der Stromstärke dieses Geräusch isolirt von dem Klange hervorzubringen. Bei niederen Stromstärken treten die Geräusche mehr in den Vordergrund und es erfolgt dann bei der Reizung sehr oft die Angabe, dass ein gewisses, meist näher bestimmtes, Geräusch, jedoch mit einer metallischen Beimischung, stattfinde. Bei höheren Stromstärken wird dann umgekehrt ein von einem mehr oder weniger deutlichen Geräusche begleiteter Klang angegeben, und ausnahmslos entspricht bei demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten derselben Stromstärke dieselbe Nüance der Gehörsempfindung.

Die vernommenen Geräusche sind ebenfalls ausserordentlich verschieden; so das Summen von Insecten verschiedener Grösse, Rollen von Fuhrwerken verschiedenen Gewichtes, Exspiration eines Dampfschlots, Explosion entfernter Geschütze, sehr häufig Zischen, Pfeifen. Auf der niedrigsten Stufe steht eine Sensation, welche die Versuchspersonen mit dem Laut „Huh" oder „Puh" deutlich zu machen suchen. Etwas höher (d. h. bei höherer Stromstärke auftretend) steht das einmalige Platzen einer aus einer zähen Flüssigkeit aufsteigenden Blase.

Der dem Individuum durchaus eigenthümliche Charakter der Gehörssensation ist bei derselben Person nur durch Veränderung der Stromstärke zu modificiren. Diese Modification kann freilich auch durch Veränderung der Ansatzstelle der Elektroden erreicht werden, aber immer nur in dem Sinne, dass dies mit Veränderung der Stromstärke gleichbedeutend sei. Wenn also z. B. bei höheren Stromstärken Klang, bei niederen Zischen entsteht, so kann bei unverminderter Elementenzahl der Klang dennoch in Zischen verwandelt werden, wenn man die Elektrode *B*

von dem Nacken, wo sie beispielsweise ruhte, in die Hand placirt. Ferner, wenn bei dem Experimente mit gleichnamigen Elektroden *a a* in beiden Ohren in diesen Geräusch entsteht, so kann, wenn *a* aus dem Ohre I entfernt wird, im Ohre II bei ungeänderter Zahl der Elemente und der Widerstände der Nebenschliessung nunmehr Klangsensationen auftreten.

Von den Ergebnissen der letztnotirten drei Versuche betone ich an dieser Stelle noch Folgendes:

Die verschiedenen Gehörssensationen, welche bei demselben Individuum verschiedenen Stromstärken entsprechen, bilden, wenn man von der niedrigsten wirksamen Stromstärke bis zu der höchsten, welche ertragen wird, aufsteigt, eine Scala, worin, wenn Geräusche überhaupt auftreten, diese den niederen, Klänge dagegen den höheren Stufen entsprechen. Diese Scala der Gehörssensation ist nur selten so vielgliederig wie in dem ein und zwanzigsten Versuche; am häufigsten noch ist eine zweigliederige Scala, in welcher die Sensation vom Summen zum Klingen aufsteigt. Je schwächer die Batterie, oder je geringer die Elementenzahl ist, mit welcher man arbeitet, um so leichter ist es, die einzelnen Stufen der Scala auseinanderzulegen. Oft ist es mir gelungen, eine zweigliederige Scala in eine mehrgliederige zu verwandeln, dadurch, dass ich durch Halbirung der Batterie die Breite des Operationsspielraumes vergrösserte.

Es fällt bei dem ein und zwanzigsten Versuche auf den ersten Blick in das Auge, dass bei zunehmender Stromstärke *Ka S* früher eine Hörnervenreaction setzt, als *A O*. Dies ist ein ausnahmsloses Gesetz, welches sich an jeder beliebigen Versuchsperson constatiren lässt. Auch hierbei gilt der Kunstgriff, die Breite des Beobachtungsfeldes dadurch zu vergrössern, dass man mit geringer Elementenzahl operirt. Hätte ich z. B. im zwei und zwanzigsten und drei und zwanzigsten Versuche mich einer niedrigeren Elementenzahl bedient, so würde ich ein Minimum der Stromstärke gefunden haben, bei dem auch dort, wie im ein und zwanzigsten Versuche nur *Ka S*, nicht aber *A O* eine Gehörssensation hervorrief.

Es ergiebt sich ferner aus den angeführten drei Versuchen, dass bei derselben Stromstärke die *A O*-Reaction der *Ka S*-Reaction nicht immer entspricht. Denn da, wie erwähnt, das Minimum der zur Erzeugung der *A O*-Reaction erforderlichen Stromstärke grösser ist, als das Minimum der zur Hervorrufung der *Ka S*-Reaction erforderlichen Stromstärke, so ist es klar, dass in denjenigen Fällen, welche bei anwachsender Stromstärke jene Scala der Gehörssensationen zeigen, die *Ka S*-Reaction bereits auf einer höheren Stufe dieser Scala angelangt sein kann, während die *A O*-Reaction noch auf der nächstvorhergehenden niederen Stufe verweilt. Offenbar ist dies nicht ein Gegenbeweis, sondern eine weitere Ausführung von dem Satze, welcher aus meinen Erfahrungen hervorgeht: dass der Hörnerv

auf die Reizmomente *Ka S* und *A O* mit Empfindungen von derselben Qualität antwortet.* Bei höheren Stromstärken bietet sich diese Uebereinstimmung der Beobachtung ohne Weiteres dar, wie man aus den notirten Versuchen ersieht. Aber auch bei niederen Stromstärken, wenn die *A O*-Reaction der *Ka S*-Reaction scheinbar nicht entspricht, kann die Gleichheit der beiden Reizeffecte demonstrirt werden, indem man nämlich der *A O* eine längere *A D* vorhergehen lässt. Hierdurch erhebt sich bei unveränderter Stromstärke die *A O*-Reaction ebenfalls von niederen zu höheren Stufen der Scala. Es wird von dieser Erscheinung später noch die Rede sein.

Vier und zwanzigster Versuch.

Von den Mitgliedern eines Sängerquartetts, welche einem Versuche zur Bestimmung des musikalischen Werthes der galvanischen Gehörssensation unterworfen wurden, hatten drei derselben Klangempfindungen, der Vierte hingegen, der erste Tenor, hatte nur die Empfindung von der Explosion eines fernen Geschützes. Beim zweiten Bass, einem mit ausgezeichnet scharfem musikalischen Gehör begabten Musiker von Profession, erschien die galvanische Gehörssensation mit besonders grosser Leichtigkeit und Deutlichkeit. Es ergab sich bei diesem:

X X 10 *Ka S K.*	*X X* 20 *Ka S K.*	*X X* 30 *Ka S K'.*
Ka D k >.	*Ka D k* >.	*Ka D K* >.
Ka O —	*Ka O* —	*Ka O* —
A S —	*A S* —	*A S* —
A D —	*A D* —	*A D* —
A O undeutlich.	*A O k.*	*A O K.*

Ich bat nun denselben, die Tonhöhe des vernommenen Klanges zu bestimmen. Dies geschah, indem er den während *Ka S* und *Ka D* gehörten Klang mit Hülfe einer gleichzeitig in Schwingungen versetzten Stimmgabel prüfte. Er erklärte den Ton mit Bestimmtheit für ein $\bar{c}$. Der bei *A O* entstehende Klang bot ausser der geringeren Intensität und Dauer keinen Unterschied dar.

Die Anderen vermochten nicht den Ton zu bestimmen.

Fünf und zwanzigster Versuch.

Der zweite Bass wurde nun folgendem Versuche unterworfen:

Es wurde eine Reihe sich schnell folgender *Ka S*-Reactionen bei wachsender Stromstärke hervorgerufen, indem nach jeder einzelnen Schliessung die Kette gänzlich geöffnet wurde. Hierbei ergab sich:

X X 10 *Ka S K.*
20 *Ka S K.*
30 *Ka S K.*
40 *Ka S K'.*

* Vergl. den entgegengesetzten Ausspruch B. Schulz's, *Wiener med. Wochenschrift*, 1865, p. 843.

50 *Ka S K'*.
60 *Ka S K'*.
70 *Ka S K''*.
80 *Ka S K''*.*

Eine höhere Steigerung der Stromstärke wurde unbequem.

Das Resultat dieses Versuches war folgendes: Der Ton wurde nicht nur immer stärker mit der wachsenden Stromstärke, sondern auch immer höher, aber es betrug die im Ganzen erreichte Steigerung der Höhe nicht mehr als etwa $^1/_4$ Ton.

Derselbe Versuch wurde nunmehr mit der *A O*-Reaction angestellt:

X X 30 *A O k*.
40 *A O K*.
50 *A O K*.
60 *A O K*.
70 *A O K*.
80 *A O K'*.
90 *A O K'*.
100 *A O K'*.

Bei diesem Versuche wurde der Ton im Ganzen um etwa $^1/_4$ Ton tiefer.

Dieses interessante Ergebniss, wonach die Vermehrung der Stromstärke eine Steigerung der Tonhöhe mit sich führt, wenn die Kathode, dagegen eine Verminderung der Tonhöhe, wenn die Anode dem Ohre entspricht, bestätigte sich auch an den anderen Versuchspersonen, welche indessen nicht im Stande waren, die Aenderungen der Tonhöhe mit solcher Sicherheit quantitativ zu bestimmen. Diejenige Person, welche keinen Klang, sondern Explosionen ferner Geschütze vernahm, machte die charakteristische Angabe, dass die explodirenden Geschütze bei wachsender Stromstärke immer kleiner wurden, wenn die Kathode, dagegen immer gröber, wenn die Anode im Ohre sich befand, was offenbar einerseits einem Steigen, andererseits einem Fallen der Tonhöhe entspricht.

Zwei Jahre später wurde jener zweite Bassist, mit welchem ich unterdessen nicht wieder zusammengekommen war und welcher die Ergebnisse der beschriebenen Versuche gänzlich vergessen hatte, bei Gelegenheit eines im allgemeinen Vereine St. Petersburger Aerzte von mir gehaltenen Vortrages denselben Versuchen aufs Neue unterworfen. Die Resultate derselben stimmten auf das Genaueste mit den früheren überein. **

Es leuchtet ein, dass die Annahme, die Höhe des bei der galvanischen Reizung des Hörnerven empfundenen Tones sei in jedem Falle gleich der, welche der Ton im vier und zwanzigsten Versuche hatte, eine höchst

* Ich bemerke ein für alle Male, dass die Accentuirung der Gehörssensation nur eine ohngefähre Bezeichnuug sein soll, entsprechend den von der Versuchsperson gemachten Aeusserungen. Streng genommen entspricht jeder Verstärkung des Stromes eine Verstärkung der Gehörsempfindung.

** Vergl. *St. Petersb. med. Zeitschrift*, Sitzungsprotocoll vom 1. November 1866.

willkührliche, ja mehr noch, eine sehr unwahrscheinliche sein würde. Nichts wäre doch wohl wunderbarer, als wenn bei elektrischer Reizung des Gehörorganes Jedermann den Ton $\overline{c}$ hörte. Ich schickte mich daher zum Aufsuchen anderer Töne an, hatte aber ziemlich viel Mühe, ehe ich deutliche Erfolge gewann. Es müssen nämlich vor allen anderen zwei Bedingungen erfüllt werden, um den zur Bestimmung der Tonhöhe angestellten Versuch gelingen zu lassen. Die Versuchsperson muss nämlich nicht nur eine solche sein, welche eine Steigerung der Stromstärke bis zur Entstehung eines deutlichen bestimmbaren Tones mit Leichtigkeit erträgt, sondern sie muss auch die Fähigkeit besitzen, diesen Ton musikalisch zu bestimmen. Bei den vielen vergeblichen Versuchen, welche ich in dieser Absicht unternahm, verfiel ich, um wenigstens eine ohngefähre Anschauung von der Höhe der in jedem Falle entstehenden Gehörsempfindung zu haben, auf das Mittel, dieselben nachsingen zu lassen. Aus einer grossen Reihe solcher Versuche habe ich die Ueberzeugung erlangt, dass verschiedene Personen akustische Empfindungen von sehr verschiedener Tonhöhe haben, dieselbe Person aber bei derselben Stromstärke akustische Empfindungen von unveränderlicher Tonhöhe hat. Schon die Beschreibung der Empfindungen von Seiten der Versuchspersonen musste mich zu dieser Annahme führen. Denn dass „das Erklingen eines feinen silbernen Glöckchens" einer anderen Tonlage entspreche, als „das Brummen einer Hummel", ist ohne Zwang anzunehmen. Das Nachsingen erhob diese Annahme zur Gewissheit. Später fand ich denn auch einen Clavierstimmer, bei welchem der galvanische Reiz die Empfindung eines deutlichen Tones erzeugte, und dieser Ton wurde für $\overline{g}$ erkannt. Auch hier hatte bei steigender Stromstärke *Ka S* ein Steigen, *A O* ein Fallen der Tonhöhe zur Folge, und zwar wurde der erreichte Unterschied in diesem Falle auf $^1/_8$ Ton geschätzt. In einem noch späteren Falle wurde der vernommene Ton wiederum mit Sicherheit als $\overline{c}$ erkannt, während über die Veränderungen der Tonhöhe bei gesteigerter Stromstärke eine hinreichende Gewissheit nicht zu erlangen war. Immerhin „schien" auch hier bei gesteigerter Stromstärke der Ton höher, resp. tiefer zu werden, je nachdem *Ka S* oder *A O* einwirkte.

Diese Veränderlichkeit der Tonhöhe der bei wachsender Stromstärke von denselben Personen wahrgenommenen Gehörssensationen wurde auch durch diejenigen Versuche bestätigt, bei welchen ich die letztere durch die Stimme nachbilden liess. Wenn die Stärke des Stromes auf dem Puncte angelangt war, dass die Geräusche anfingen in Klänge überzugehen, so traten zunächst tiefe Klänge, insbesondere von Basssaiten, seltener von grossen Orgelpfeifen auf. Weiterhin wurden hieraus Klänge von grossen Glocken, grossen Uhren, dann von kleinen Saiteninstrumenten, kleinen Uhren, kleinen und kleinsten Metallglöckchen und dergleichen.

In solchen Fällen sah ich mich oft genöthigt, die Differenz in der Tonhöhe der so einander folgenden Gehörsempfindungen sehr gross zu schätzen. Dass nun dennoch in den Fällen, wo ein bestimmbarer Ton vernommen wurde, die Steigerung der Stromstärke die Höhe nur um $^1/_4$ oder $^1/_8$ Ton verändern konnte, ist sehr erklärlich. Denn zur Erzeugung der Töne war die Stromstärke bereits zu solcher Grösse gelangt, dass für eine weitere Steigerung ein nur geringer Spielraum übrig blieb.

Ich habe schon früher erwähnt, dass ich mit der aus den an anderen Theilen des unverletzten Menschen angestellten Versuchen gewonnenen Anschauung, dass der Modus der Reaction abhängig sei von derjenigen Elektrode, welche dem physiologisch differenten Puncte, d. h. dem zu reizenden Nerven am Nächsten anliege, während dagegen der Ansatzpunct der zweiten Elektrode keinen Einfluss auf den Modus der Reaction ausübe, so lange dieselbe die entferntere bleibe, bereits von vorn herein an die Versuche zur Reizung des Hörnerven herangetreten bin, und dass die Richtigkeit dieser Anschauung sich mir schon bei den ersten Versuchen bestätigt hat. In der That, auf welchem Puncte des Rumpfes oder der Glieder ich auch durch die Elektrode *B* die Kette schloss, stets erfolgte die Hörnervenreaction im Sinne desjenigen Poles, welchen die Elektrode *A* repräsentirte, und nur auf die zur Hervorrufung der Gehörssensation erforderliche Stromstärke hatte die Stellung der Elektrode *B* einen Einfluss. Im Allgemeinen war nämlich stets eine um so höhere Stromstärke nöthig, je weiter die Elektrode *B* von der Elektrode *A* aufgesetzt wurde, und je grösseren Leitungswiderstand die Ansatzstelle der Elektrode *B* darbot. Aus diesen Gründen braucht man zur Hervorrufung der Gehörssensation eine höhere Stromstärke, wenn die Elektrode *B* in der Hand, als wenn sie auf einer anderen Stelle des Rumpfes oder der oberen Extremitäten die Kette schliesst. Erkennbar ist innerhalb gewisser später zu erörternder Grenzen (vergl. das Folgende) dieses Gesetz auch noch, wenn die Elektrode *B* am Kopfe oder in dessen Nähe auf Hals und Nacken aufgesetzt wird, so lange die Elektrode *A* im Gehörgange oder auf dem gegen den Gehörgang angedrückten *Tragus* ruht. Sobald aber beide Elektroden in der Umgebung des Ohres aufgesetzt werden, so sind die Verhältnisse verwickelter und nicht auf den ersten Blick zu übersehen. Da es sich nämlich in diesem Falle überall nur um kleine Differenzen in der Entfernung beider Elektroden vom Hörnerven handelt, so lehrt die blosse Anschauung nicht immer, welche von den beiden Elektroden die dem Nerven räumlich nähere sei. Ja es giebt sogar Stellungen der Elektroden, wobei der Nerv im Sinne derjenigen Elektrode reagirt, welche die vom Nerven entferntere zu sein scheint; denn da die verschiedenen Ansatzpuncte der Elektroden einen verschiedenen Leitungswider-

stand darbieten, so kann es geschehen, dass die räumlich entferntere Elektrode die physikalisch nähere und der entferntere Ansatzpunct der physiologisch differente wird. Letzteres findet freilich niemals statt, sobald die Differenz in der Entfernung der beiden Elektroden vom Hörnerven ein gewisses, sehr geringes Maass überschreitet.

Nachdem ich hierüber klar geworden, war ich in der Lage, durch eine Reihe von Versuchen feststellen zu können, von welchen Puncten in der Umgebung des Ohres der Hörnerv leichter und von welchen aus er schwieriger getroffen werden könne. Wer sich jemals mit directer Messung des Leitungswiderstandes von verschiedenen Theilen des lebenden Menschen beschäftigt hat, weiss, dass die hierzu erforderlichen Versuche recht umständlich sind und im Ganzen eigentlich nur wenig übereinstimmende Resultate liefern, wo es sich nicht um sehr grosse Differenzen des Widerstandes handelt. In der grösseren oder geringeren Leichtigkeit der Hörnervenerregung von verschiedenen Puncten aus bot sich mir nun ein äusserst feines Mittel dar, die Leitungswiderstände, welche den verschiedenen Ansatzpuncten entsprechen, mit einander zu vergleichen. Natürlich gewann ich dabei nicht einen bestimmten numerischen Ausdruck für die absolute Grösse des Widerstandes, und ferner blieb es in allen den Fällen, in welchen es sich um sehr kleine Unterschiede in der Entfernung beider Elektroden vom Hörnerven handelte, unentschieden, ob der der Beobachtung sich darbietende Widerstand seinen Grund hatte in der physikalischen Beschaffenheit der Gewebe oder in der Länge des vom Strome zu durchsetzenden Weges.

Es boten sich mir nun dreierlei Versuchswege dar, um die in Rede stehende Bestimmung auszuführen. Da nämlich die Elektrode B unter allen Umständen die für den Modus der Hörnervenreaction indifferente ist, so lange die Elektrode A in dem äusseren Gehörgange ruht oder dessen Eingang schliesst, so war ich in der Lage, die verschiedenen Ansatzpuncte der Elektrode B mit einander zu vergleichen, je nach der grösseren oder geringeren Stromstärke, welche in jedem einzelnen Falle der Hörnerv zu seiner Erregung bedürfen würde, während A unverrückt im Gehörgange verweilte.

Das zweite Verfahren bestand darin, der Elektrode B einen fixen Punct zu geben, z. B. auf dem Nacken oder in einer Hand, und die Elektrode A nach einander auf den verschiedenen Puncten in der Umgebung des Ohres, welche ich mit einander zu vergleichen wünschte, aufzusetzen.

Der dritte Weg, welcher sich mir darbot, war folgender: Beide Elektroden wurden in der Nähe des Ohres aufgesetzt, und es wurde durch Schliessung und Oeffnung der Kette constatirt, im Sinne welcher Elektrode der Hörnerv seine Antwort ertheilte. Der dieser Elektrode entsprechende

Ansatzpunct war bei dieser Stellung der Elektroden demnach der differente und setzte dem Strome den geringeren Widerstand entgegen.

Die auf die genannte verschiedene Weise erhaltenen Resultate konnten voraussichtlich zu gegenseitiger Controle und Rectificirung dienen.

Ich schlug nun zunächst den ersten dieser drei Versuchswege ein, indem ich die Elektrode *A* im Gehörgange fixirte und mich anschickte, verschiedene Ansatzpuncte der Elektrode *B* mit einander zu vergleichen. Sofort aber drängte sich eine Erscheinung meiner Beobachtung auf, welche den Werth dieses Verfahrens in Frage stellte. Es zeigte sich nämlich, dass, wenn Elektrode *B* auf dem Nacken die Kette schloss, eine geringere Stromstärke zur Erregung des Hörnerven erforderlich war, als wenn sie auf Puncten in der unmittelbaren Umgebung des Ohres aufgesetzt wurde. Dass aber der Weg vom Nacken aus einen geringeren Leitungswiderstand darböte, als von allen Puncten in der unmittelbaren Nähe des Ohres, war höchst unwahrscheinlich. Ja, ganz dasselbe fand sogar statt, wenn die Elektrode *B* vom Nacken in eine der beiden Hände wanderte. Hier konnte von einem geringeren Leitungswiderstande erst recht nicht die Rede sein. Es zeigte sich endlich, dass, wenn *B* in grösster Nähe am Eingange des äusseren Gehörganges aufgesetzt wurde, die Erregung des Hörnerven überhaupt schwierig, ja selbst unmöglich war, weil die dazu erforderliche Stromstärke einen unerträglichen Grad erreichte.

Die Ursache dieser Erscheinung konnte nicht zweifelhaft sein. Sie war dieselbe, welche der bereits bei elektrischer Reizung des Sehnerven gemachten Beobachtung (s. oben), dass, wenn die Elektroden auf zwei einander sehr nahen Puncten die Kette schliessen, die Lichtempfindung undeutlicher werde oder ganz ausbleibe, zu Grunde liegt. Der Strom ging in grösster Dichte v o r dem Hörnerven von einer Electrode zur anderen und die den Hörnerven selbst treffenden Stromschleifen würden die zur Erregung desselben erforderliche Dichte erst bei einer Stromstärke, welche die intensivsten Nebenerscheinungen zur Folge gehabt haben würden, erlangt haben.

Diese Erscheinung bestätigte sich in einer grossen Zahl von Versuchen, welche ich in diesem Sinne angestellt habe. Einige von ihnen will ich anführen.

Sechs und zwanzigster Versuch. *

Elektrode *A* im Gehörgange, *B* am vorderen Rande der Mündung des äusseren Gehörganges auf der gegen den Gehörgang nach hinten gedrückten Wurzel des *Tragus*. Bei einer Stromstärke, bei welcher, wenn *B* in der Hand ruhte, eine intensive Klang-

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XI. Sitzungsprotocoll des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte vom 1. November 1866.

empfindung entstand, gelingt es nicht, Gehörssensation hervorzurufen. Dieselbe tritt aber sofort auf, wenn *B* ein wenig vom Rande des Gehörganges nach der Wange zu verschoben wird, erreicht jedoch nicht die Stärke der von der Hand aus erzeugten Klangempfindung.

A im Gehörgange, *B* auf dem vorderen Rande des *Processus mastoideus* in der Rinne, welche die Ohrmuschel begrenzt. Bei derselben Stromstärke, welche soeben in Anwendung kam, entsteht keine Klangempfindung; wenn *B* auf die Mitte des *Processus mastoideus* rückt, eine undeutliche; wenn sie auf den hinteren Umfang des Warzenfortsatzes aufgesetzt wird, eine deutlichere; wenn endlich auf dem Nacken, eine sehr intensive Klangempfindung.

Die eine Elektrode ruht wiederum in der hinter der Ohrmuschel befindlichen Rinne, die andere auf der gegen den vorderen Rand der Mündung des Gehörganges angedrückten Wurzel des *Tragus*. Dieselbe Stromstärke wie früher. Es entsteht keine Gehörssensation. Bei Verschiebung einer der beiden Elektroden nach vorn oder nach hinten entsteht eine Solche.

Beide Elektroden ruhen parallel der Längsachse des Körpers auf der Wurzel des *Tragus*, eine freie trockene Hautstelle zwischen sich lassend. Es entsteht keine Gehörssensation. Wenn die Eine von Beiden ein wenig von der Anderen entfernt wird, entsteht eine Solche.

Beide Elektroden ruhen in der hinter der Ohrmuschel verlaufenden Rinne. Nur bei einer gewissen Entfernung beider von einander ist es möglich, Gehörssensation hervorzurufen.

Diese und andere ähnliche Versuche gelangen bei Gesunden nur in der Minderzahl der Fälle. Bei Weitem häufiger blieb in allen den genannten Stellungen der beiden Elektroden nahe am Ohre jede Gehörssensation aus. Sehr deutlich dagegen gelangen diese Versuche, bei welchen die Kette immer erst nach Placirung der Elektroden geschlossen wurde, an mit Hyperästhesie behafteten Ohrenkranken.

Es folgt also aus diesen Erfahrungen, dass die Hörnerven-Erregung um so schwieriger von Statten geht, je näher einander innerhalb einer gewissen Grenze die beiden Puncte sind, auf denen die Elektroden die Kette schliessen. Ausserhalb dieser Grenze freilich gilt das Umgekehrte, denn da wird die Erregung *ceteris paribus* um so schwieriger, je grösser die Entfernung der Elektrode von einander ist.

In den Schriften von Elektrotherapeuten findet man häufig die Vorschrift, behufs elektrischer Erregung des Hörnerven die eine Elektrode in den Gehörgang, die andere auf den Warzenfortsatz zu placiren. Die soeben beschriebenen Erfahrungen beweisen, dass dies eine wenig zweckmässige Methode ist.* Ein Gleiches gilt von der Vorschrift, die andere Elektrode in der Schläfegegend aufzusetzen.

---

* Vergl. z. B. Benedikt, *Elektrotherapie*, 1868, I Abtheilung, p. 61 u. 62. Der Verfasser fordert ausserdem, dass hierbei der „Kupferpol“, nämlich die Anode, stets im Gehörgange ruhe. Die vorhergehenden, sowie die folgenden Versuche lehren, wie schwierig es ist, in diesem Falle eine akustische Sensation zu erzeugen. Eine Anschauung über die verschiedene Wirkung verschiedener Stromesrichtungen zu gewinnen, ist auf diese Weise gar nicht möglich.

Nunmehr konnte ich zu den oben mir zum Ziel gestellten Versuchen zurückkehren. Der Erste derselben konnte nur zweideutige Resultate gewähren, weil die gegenseitige Nähe der Elektroden störend einwirken musste auf die Beurtheilung der Leichtigkeit, mit welcher der Hörnerv von den verschiedenen für sich allein betrachteten Puncten in der nächsten Umgebung des Ohres dem Strome zugänglich sei. Es blieben daher zur Untersuchung des letzteren Punctes nur die beiden anderen Versuchswege übrig, welche oben namhaft gemacht wurden.

Sieben und zwanzigster Versuch.

Gesunde Person. Elektrode *B* ruht auf dem Nacken. Batterie von *X X* Elementen.

Die Elektrode *A* wird nach einander auf folgende Puncte aufgesetzt und hierauf werden Kettenschliessungen vorgenommen in derjenigen Richtung, in welcher *A* dem negativen Pole entspricht:	Hierbei zeigt sich Gehörssensation bei folgenden minimalen Stromstärken, welche bezeichnet werden durch die Anzahl der in der Nebenschliessung eingeschalteten Widerstandseinheiten:
Wurzel des gegen den vorderen Umfang der Mündung des Gehörganges andrückten *Tragus.*	10.
Wange dicht vor dem *Tragus.*	60.
Untere Grenze der Ursprungslinie der Ohrmuschel, vor dem Ohrläppchen.	70
Obere Grenze derselben Linie.	100.
Untere Grenze des vorderen Umfanges des Warzenfortsatzes.	80.
Obere Grenze desselben.	110.

Acht und zwanzigster Versuch.

Dieselbe Person. Elektrode *B* ruht in einer Hand. *X X* Elemente.

Die zur Erregung des Hörnerven erforderliche Stromstärke ist bei allen Momenten des so wiederholten Versuches grösser, aber die Differenzen der Stromstärke sind, entsprechend den verschiedenen Ansatzpuncten der Elektrode *A*, dieselben.

Uebrigens muss ich zu diesen beiden Versuchen, welche an sehr vielen Personen angestellt und vervielfältigt sind, bemerken, dass die angegebenen Zahlen nur für engbegrenzte Ansatzstellen Geltung haben. Dieselben bleiben bei derselben Person stets unverändert, aber an vielen Stellen genügt eine geringe Verschiebung der Elektrode, um den Werth der Zahl zu verändern. Wenn man daher zu verschiedenen Zeiten nicht genau immer dieselben Ansatzpuncte trifft, so wird man einige Schwankungen der Zahlenwerthe nicht umgehen. Es ist dies in der Feinheit des Apparates begründet. Bei dem Gebrauche gröberer Vorrichtungen wird man keine Gelegenheit haben, derartige Schwankungen aufzufinden. Viel interessanter, weil feiner und sicherer, ist der im folgenden Versuche eingeschlagene

Weg zur Bestimmung der relativen Leichtigkeit, mit welcher aus einem von zwei in der Umgebung des Ohres gegebenen Puncten die Erregung des Hörnerven vor sich geht.

Neun und zwanzigster Versuch.

Dieselbe Person. Beide, mit einer zirkelförmigen Handhabe verbundene, aus kleinen an die Spitzen der Zirkelarme befestigten Knöpfen bestehende Elektroden werden gleichzeitig in der Umgebung des Ohres aufgesetzt. Es ist bekannt, welche von beiden Elektroden in jeder der beiden Stromesrichtungen die Kathode, und welche die Anode ist. Reagirt nun der Hörnerv bei der Schliessung der Kette, so beweist dies, dass er von dem der Kathode entsprechenden Ansatzpuncte leichter für den Strom zugänglich ist. Reagirt er hingegen bei der Oeffnung der Kette, so folgt hieraus dasselbe für den der Anode entsprechenden Ansatzpunct.

Die Elektroden werden aufgesetzt wie folgt:	Hierbei entsteht Gehörssensation bei folgenden Momenten:
1) Kathode auf dem gegen den äusseren Gehörgang angedrückten *Tragus*. Anode der Reihe nach auf allen Puncten in der unmittelbaren Umgebung des Ohres.	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.
Umgekehrte Stellung der Elektroden.	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.

Es ist dies eine andere Form des Beweises, dass der Gehörgang mit allen anderen Puncten verglichen immer derjenige ist, von dem aus der Strom den Nerven in grösster Dichte trifft.

2) Beide Elektroden ruhen auf der Wange unmittelbar vor der Ohrmuschel. Die Kathode befindet sich über dem oberen, die Anode unter dem unteren Ende des *Tragus*.	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.
Umgekehrte Stellung.	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.
3) Die Elektroden ruhen auf der Wange vor dem *Tragus*, so dass die sie verbindende Linie von diesem zur Nasenspitze führt.	
Die Kathode ist dem *Tragus* näher	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.
Die Anode ist dem *Tragus* näher	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.
4) Beide Elektroden ruhen hinter dem Ohre am vorderen Umfange des *Proc. mastoideus* parallel der Längsachse des Körpers.	
Die Kathode ist die obere.	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.
Die Anode ist die obere	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.

5) Die Elektroden ruhen auf dem *Proc. mastoideus*, die eine unmittelbar hinter der Ohrmuschel, die andere hinter der ersteren Elektrode.	
Die Kathode ist der Ohrmuschel näher.	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.
Die Anode ist der Ohrmuschel näher	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.
6) Die Elektroden ruhen unmittelbar an dem oberen und unteren Ende des Ursprunges der Ohrmuschel.	
Die Kathode befindet sich oberhalb der Ohrmuschel.	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.
Die Anode befindet sich oberhalb der Ohrmuschel.	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.
7) Die Kathode ruht unmittelbar vor der Ohrmuschel, die Anode hinter derselben auf dem vordersten Umfange des Warzenfortsatzes.	Schliessung: Klang. Oeffnung: keine Gehörssensation.
Umgekehrte Stellung der Elektroden.	Schliessung: keine Gehörssensation. Oeffnung: Klang.

Es folgt unter Anderem aus diesen Erscheinungen, dass, wenn man die im Niveau der oberen Hälfte der Ohrmuschel gelegenen Puncte der Umgebung des Ohres mit denen vergleicht, welche im Niveau der unteren Hälfte liegen, von den letzteren aus die Erregung des Hörnerven leichter vor sich geht. Uebrigens ist die aus den vorhergegangenen Versuchen folgende Scala der Erregungspuncte gewissen, wenn auch geringen, individuellen Schwankungen unterworfen.

Es wird interessant sein, den so eben geschilderten Versuch auch so anzustellen, dass man die eine Elektrode in den Gehörgang, die andere längs der *Tuba* in verschiedener Tiefe placirt. Die Erregung des Hörnerven gelingt auf diese Weise, wie ich mich überzeugt habe, bei verhältnissmässig geringen Stromstärken, freilich nicht ohne lästige Nebenerscheinungen. (Es empfehlen sich daher Fälle von Hyperästhesie des Hörnerven zu diesen Versuchen.) Wenn die Tubenelektrode nur so weit eingeführt wird, als die Ohrenärzte ihren Katheter bei der Luftdouche einführen, so reagirt der Nerv im Sinne der im Gehörgange befindlichen Elektrode auf den Strom. Wenigstens fand dies in einem der wenigen von mir angestellten Versuche statt. In diesem Falle lag freilich die Paukenhöhle offen, indessen ich vermuthe, dass es bei Gesunden nicht anders sein wird. Wenn nun aber die Elektrode in Absätzen weiter bis zur Paukenhöhle vorgeschoben wird (von der Möglichkeit dieser Operation habe ich mich bei einem Ohrenarzte zu überzeugen Gelegenheit gehabt),

so ist zu erwarten, dass der Nerv von einer gewissen Tiefe an unter den vorwiegenden Einfluss der Tubenelektrode gelangt und nunmehr im Sinne dieser reagirt. Hierauf wollte ich diejenigen Ohrenärzte, welche die Versuche von der *Tuba* aus vervielfältigen wollen, aufmerksam machen.

Dreissigster Versuch.

Da von einigen Puncten in der Umgebung des Ohres der Hörnerv bei Gesunden nur schwierig, häufig auch gar nicht gereizt werden kann, so wiederholte ich den vorigen Versuch an vielen, mit übermässiger Erregbarkeit des Hörnerven behafteten, Ohrenkranken.* Bei der Willigkeit, mit welcher in solchen Fällen der Hörnerv, von allen Puncten des Schädels und des Gesichtes aus, dem Strome antwortet, gewinnt dieser Versuch bedeutend an Mannigfaltigkeit. Die Resultate der vorigen Versuche wurden übrigens auch hier bestätigt, und es war im Allgemeinen der Hörnerv von solchen Puncten in der Umgebung des Ohres, welche mit der unteren Hälfte der Ohrmuschel in gleicher Höhe stehen, leichter erregbar als von solchen, welche deren oberer Hälfte entsprechen; ferner leichter von Puncten unmittelbar vor, als unmittelbar hinter der Ohrmuschel.

Da die Versuche, welche an Ohrenkranken angestellt sind, deren Hörnerv sich im Zustande gesteigerter Erregbarkeit gegenüber dem elektrischen Strome befindet, sehr übereinstimmende und leicht zu constatirende Resultate geben, und da die vergleichbaren Puncte auf sehr kleinen Räumen sich befinden, also eine exacte Beschreibung ihrer Lage nicht wohl ausführbar ist, auch nicht von erheblichem allgemeinen Werthe zu sein scheint, so unterlasse ich hier eine speciellere Darstellung dieser Versuche.

Dagegen erlaube ich mir, noch einen in mehreren Fällen von Hyperästhesie des Hörnerven mit ebenso deutlichem als interessantem Erfolge angestellten Versuch in Folgendem wiederzugeben, welcher die Sätze illustrirt, dass, wenn die Elektroden über eine gewisse Grenze einander genähert werden, dies die Erregung des Hörnerven verhindert und dass derselbe *ceteris paribus* stets im Sinne der ihm näheren Elektrode reagirt. Zum Verständniss dieses Versuches muss ich vorwegnehmend bemerken, dass bei hochgradiger Hyperästhesie schon eine durch Verschiebung der Elektroden bei geschlossener Kette erzeugte Dichtigkeitsschwankung des Stromes genügt, um dem Hörnerven eine deutliche Antwort zu entlocken.

* Es ist dies ein von mir im Laufe meiner Untersuchung aufgefundener, höchst interessanter und ausserordentlich häufig vorkommender Krankheitszustand des Hörnerven, welcher im pathologischen Theile eingehend erörtert werden wird. Belege dazu wird ein geschickter Beobachter in dem Ambulatorium eines jeden Ohrenarztes mit Leichtigkeit auffinden.

Ein und dreissigster Versuch. *

Fälle von hochgradiger Hyperästhesie des Hörnerven gegenüber dem elektrischen Strome.

Zwei dünne an einer zirkelförmigen Handhabe befindliche Elektroden werden vor dem *Tragus* so aufgesetzt, dass ihre Entfernung gleich der Breite der Wurzel des *Tragus* und die sie verbindende Linie parallel der Längsachse des Körpers ist. Bei Schliessung der Kette entsteht eine Gehörsempfindung. Jetzt werden die Elektroden so weit einander genähert, bis bei erneuter Kettenschliessung keine akustische Empfindung auftritt. Bei fortwährend geschlossener Kette wird nunmehr mittels der festgestellten Zirkelarme die eine Elektrode so verschoben, dass sie, bei fortdauernd gleicher Entfernung von der anderen, einen Bogen um diese beschreibt.

Die ihren Ort verändernde Elektrode werde mit *A*, die feststehende mit *B* bezeichnet. Es entsteht hierbei Folgendes:

1) *A* ist Kathode, *B* ist Anode.
   a) *A* bewegt sich nach dem Ohre zu: Klang.
   b) *A* bewegt sich vom Ohre hinweg: Keine Gehörssensation.

2) *A* ist Anode, *B* ist Kathode.
   a) *A* bewegt sich nach dem Ohre zu: Keine Gehörssensation.
   b) *A* bewegt sich vom Ohre hinweg: Klang.

Man sieht, dass bei diesen Versuchen der Hörnerv, entsprechend dem bereits ausgesprochenen Gesetze, im Sinne der ihm näheren Elektrode reagirt. Das Näherkommen von *A* nach dem Ohre zu erzeugt eine Dichtigkeitsschwankung des Stromes im Hörnerven im Sinne einer Kettenschliessung, und demgemäss wird dieser Act mit Gehörssensation beantwortet, wenn *A* die Kathode, nicht aber, wenn sie die Anode ist. Die Entfernung der Elektrode *A* vom Ohre erzeugt eine Schwankung im Sinne der Kettenöffnung, und folgerichtig reagirt bei diesem Acte der Nerv, wenn *A* die Anode, nicht aber, wenn sie die Kathode ist. Ob *A* bei diesen Versuchen einen ganzen Quadranten durchlaufen müsse, oder ob eine geringere Entfernung genüge, hängt von dem Grade der vorhandenen Hyperästhesie ab. Ich werde im zweiten Abschnitt dieser Arbeit auf diesen, so wie auf alle diejenigen Versuche, zu denen mir Ohrenkranke gedient haben, zurückkommen.

Es musste mir nunmehr auch von Interesse sein, zu erfahren, welchen Einfluss die Länge der Stromesdauer auf die Reaction des Hörnerven habe. Dass ein Solcher stattfinde, hatte sich mir schon bei den ersten Versuchen aufgedrängt, da die Hervorrufung der *A O*-Reaction, welche, wie erwähnt, auch höhere Stromstärken erfordert, trotz der Erfüllung dieser letzteren Bedingung oft genug misslang, wenn der Nerv von dem Strome zu kurze Zeit durchflossen war. Aus meinen vor mehreren Jahren

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XI. Sitzungsprotocoll des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte vom 1. November 1866.

angestellten Studien über die Wirkung der Stromesdauer auf gelähmte motorische Nerven, insbesondere auf den *Nervus facialis*, waren mir verschiedene Vorrichtungen zur Disposition, welche mir zur Beherrschung und Bestimmung der Stromesdauer gedient hatten. Als die Praktischeste von Allen hatte sich mir das von VALENTIN * empfohlene sogenannte *Spiral-Rheotom* bewährt, dessen Beschreibung und Abbildung ich früher gegeben habe. Dasselbe zog ich auch wieder in Gebrauch.

Zwei und dreissigster Versuch.

Gesunde Person.

Das Spiral-Rheotom wird so eingeschaltet, dass der Strom nur so lange geschlossen ist, als die Feder auf dem verschiebbaren dreieckigen Metallkörper schleift. Die Kathode befindet sich im Gehörgange, die Anode auf dem Nacken.

Da die Grundlinie des Metalldreiecks nur zwei Zoll lang ist, so ist die längste Zeit, während welcher der Strom geschlossen ist, noch immer eine vergleichungsweise sehr kurze.

Es zeigt sich nun zunächst, dass, um bei dieser längsten Stromesdauer eine Gehörssensation hervorzubringen, welche annähernd gleich deutlich und von demselben Charakter sei, als in den früheren Versuchen, eine höhere Stromstärke nöthig ist, als in diesen. Wenn die gleiche Stromstärke angewendet wird, so bleibt die Sensation auf niederen Stufen der Scala. Es tritt z. B. an der Stelle eines scharfen Klanges nur ein metallisches Summen auf. Wenn durch Verschiebung des Metalldreieckes die Stromesdauer auf das Minimum verringert wird, so bleibt die Sensation auf den untersten Stufen der Scala, indem sie entweder ein undefinirbares Geräusch oder eine Empfindung darstellt, welche die Versuchspersonen mit dem Laute „Huh“ oder „Puh“ deutlich zu machen suchen.

Bei solchen Personen, welche nur Klänge, nicht aber deutliche Geräusche empfinden, verändert sich bei verminderter Stromesdauer der Charakter des Klanges in der Weise, dass er die metallische Qualität verliert und mehr als ein „Klappen“ bezeichnet wird.

Der Versuch gewährt dieselben Resultate, wenn die Anode in der Hand ruht.

Drei und dreissigster Versuch.

Derselbe Versuch an derselben Person mit umgekehrter Stromesrichtung. Die Anode befindet sich im Gehörgange, die Kathode auf dem Nacken.

Bei diesem Versuche ist es überhaupt schwierig, eine deutliche Gehörssensation zu erzeugen. Es muss, um beim Maximum der Stromesdauer (d. h. natürlich am Ende derselben) Klangempfindung hervorzubringen, die Stromstärke bedeutend höher gesteigert werden, als im vorigen Versuche. Bei verminderter Dauer entsteht eine nur undeutliche, und beim Minimum der Dauer gar keine akustische Empfindung.

Die Wiederholung desselben Versuches, während die Kathode in der Hand ruht, giebt dieselben Resultate.

Ganz entsprechende, aber viel deutlichere Resultate giebt der Versuch, wenn er an Gehörkranken angestellt wird, welche an Hyperästhesie des *Nervus acusticus* leiden.

---

* *Versuch einer physiologischen Pathologie der Nerven.* Leipzig und Heidelberg, 1864.

Vier und dreissigster Versuch.

Mit der grössten Entschiedenheit zeigt sich der Einfluss, welchen die Länge der vorhergehenden Stromesdauer auf die *A O*-Reaction hat, bei jeder beliebigen Versuchsperson, wenn das Spiral-Rheotom ausgeschaltet und statt dessen der Stromwender mit der Hand in Bewegung versetzt wird. Je länger die Stromesdauer, um so stärker und um so höheren Stufen der Scala entsprechend ist die *A O*-Reaction. Es ist leicht, die Stromesdauer so weit zu verkürzen, dass bei Oeffnung der Kette jede Gehörsempfindung ausbleibt.

Nach den Angaben der Physiologen sollen die Sinnesnerven auch auf den in beständiger Grösse fliessenden Strom mit ihrer specifischen Thätigkeit reagiren. Die Richtigkeit dieses Satzes beim Hörnerven wird sehr deutlich bewiesen durch die später genauer erörterten Erscheinungen bei Reizung von im Zustande krankhafter Hyperästhesie befindlichen Hörnerven. Unter den Umständen und bei den Stromstärken aber, mit denen der Arzt arbeitet, unterliegt für den Zustand der Gesundheit jener Satz einer wesentlichen Einschränkung. Dass beim Sehnerven die Erregung den Kettenschluss nur um eine kurze, je nach der Stromstärke verschiedene Zeit überdauere, während bei längerem constanten Fliessen des Stromes jede optische Reaction vollkommen verschwinde, wurde schon früher erörtert, und dass für den gesunden Hörnerven diese Einschränkung noch bedeutender sei, war mir schon bei Gelegenheit der vorhergegangenen Versuche klar geworden. Zur genaueren Eruirung dienen die folgenden Versuche,* bei welchem, da *A D* überhaupt keine Gehörssensation erzeugt, stets die Kathode dem Ohre entsprach.

Fünf und dreissigster Versuch.

Bei, nach dem Kettenschlusse, noch steigender Stromstärke wird die Reaction noch länger. Nie aber wird sie unendlich.

Einschleichen in *Ka D* ohne grosse Schwankungen, selbst bis zu sehr hohen Stromstärken, bringt keine Reaction hervor.

Dies bewährt sich auch bei offener Paukenhöhle.

Dass diese Einschränkung des physiologischen Gesetzes indessen nur eine ärztlichpraktische ist, dass dagegen das Gesetz seine theoretische Richtigkeit habe, zeigt die *Ka D*-Reaction bei Hyperästhesie. An dieser werden die ersten beiden Puncte des obenstehenden Versuches wiederholt und geben ein positives Resultat.

Die *Ka D*-Reaction ist in diesem Falle so lang als die Stromesdauer.

Nachdem durch die vorhergehenden Versuche der Einfluss der Stromesdauer auf die Reaction des Hörnerven untersucht worden war, lag die Frage nahe, ob und welchen Einfluss auf die nachfolgende Reizung die Zeit habe, während welcher der Nerv vom Strome nicht durchflossen

* Bei diesen Versuchen wurde wie bei den anderen die Steigerung der Stromstärke durch allmählige Einschaltung grösserer Widerstände im Rheostaten herbeigeführt. Da hierbei die Aenderung der Stromstärke nicht stetig, sondern in Absätzen vor sich geht, also Stromesschwankungen entstehen, so hätten streng genommen andere Vorrichtungen zu Hülfe gezogen werden müssen. Da ich indessen Sorge trug, Schwankungen von einer Grösse, welche den Hörnerven erregt, zu umgehen, so scheinen mir diese Versuche, da sie negative Ergebnisse hatten, an ihrer Beweiskraft nichts zu verlieren.

wurde. Zur Beantwortung dieser Frage dienten die nachfolgenden Versuche, bei denen das Spiral-Rheotom in der Weise eingeschaltet war, dass der Strom so lange unterbrochen wurde, als die Feder auf dem verschiebbaren Metalldreieck schleifte.

Sechs und dreissigster Versuch.

Die Kathode befindet sich im Gehörgange, die Anode auf dem Nacken. Die nach Schliessung des Stromes entstehende Gehörssensation lasse ich vor Beginn des Unterbrechungsactes abklingen.

Beim Maximum der Unterbrechungsdauer entsteht im Momente, wo die erneute Schliessung eintritt, eine Gehörssensation, welche bedeutend schwächer und weniger deutlich beschreibbar ist, als die bei der vorhergehenden Schliessung erzeugte. Beim Minimum der Unterbrechungsdauer bleibt die Gehörssensation oft gänzlich aus Allerdings wird dieses Ausbleiben nicht immer mit gleicher Entschiedenheit berichtet.

Mit grösserer Entschiedenheit liess sich das Ausbleiben der Sensation erreichen, wenn durch eine Vorrichtung dafür Sorge getragen wurde, dass die zweite Kettenschliessung nur kurze Zeit andauerte.

Sieben und dreissigster Versuch.

Dieselbe Person. Die Anode befindet sich im Gehörgange, die Kathode auf dem Nacken.

Die Zeit, welche zwischen der ersten Kettenschliessung und dem Unterbrechungsacte verfloss, war immer dieselbe, weil verschiedene Längen der vorhergehenden Stromesdauer, wie bereits nachgewiesen wurde, Verschiedenheiten der $A\,O$-Reaction bedingten.

Es wurde bei diesem Versuche Stärke und Dauer des Stromes so gewählt, dass, wenn Schliessung und Oeffnung der Kette nur mittels des Stromwenders herbeigeführt wurde, die bei $A\,O$ entstehende Gehörssensation eine grosse Deutlichkeit hatte.

Die während des Unterbrechungsactes entstehende Gehörsempfindung wird bei abnehmender Dauer der Unterbrechung immer kürzer und dadurch auch undeutlicher. Ein eigentliches Ausbleiben der Sensation kann mit Sicherheit nicht festgestellt werden.

Bei Gelegenheit der bisher angestellten Versuche hatte sich der Umstand vielfach der Beobachtung aufgedrängt, dass die Reaction des Hörnerven williger und intensiver eintrat, wenn der Nerv vorher der Einwirkung des Stromes ausgesetzt worden war, als bei einer ersten Schliessung der Kette. Der genaueren Feststellung derjenigen Bedingungen, von welchen diese Erscheinung abhängt, sind die jetzt folgenden Versuche gewidmet. Wenn man eine elektrische Reizung des Hörnerven unternimmt, so pflegt eine unmittelbar nach dem Aufsetzen der Elektroden ausgeführte Kettenschliessung stets von einem vergleichungsweise schwachen Erfolge begleitet zu sein, was seinen Grund in der mangelhaften Durchfeuchtung der Ansatzstelle hat. Da nicht von dieser Erscheinung die Rede ist, sondern von einer durch den Strom selbst erzeugten Stei-

gerung der Erregbarkeit des Nerven, so versteht es sich von selbst, dass die nachstehenden Versuche nicht anders unternommen worden sind, als nach gehöriger Durchfeuchtung der zu Ansatzstellen der Elektroden dienenden Hautpartieen.

Acht und dreissigster Versuch.

Gesunde Person. Die Kathode befindet sich im äusseren Gehörgange. Kettenschliessungen bei anwachsender Stromstärke ergeben Folgendes:

X X 10, 20, 30 etc. bis 200 *Ka S* —.
X X 210 *Ka S k*.
220 *Ka S K*.
230 *Ka S K'*.
220 *Ka S K*.
210 *Ka S K*.
200 *Ka S K*.
190 *Ka S K*.
180 *Ka S k*.
170 *Ka S* —.

Dieses Kleinerwerden des Minimums der zur Erregung des Hörnerven erforderlichen Stromstärke findet von verschiedenen Ansatzpuncten der beiden Elektroden aus in gleicher Weise statt. Nur ändern sich natürlich, entsprechend dem Leitungswiderstande der verschiedenen Ansatzpuncte, die den Leitungswiderstand der Nebenschliessung bezeichnenden Ziffern. Diese Erhöhung der Erregbarkeit, welche durch wiederholte Kathodenschliessungen gewonnen wird, ist bei verschiedenen Individuen verschieden gross. So bedentend, als in dem dargestellten Beispiele, ist sie bei Gesunden nicht immer.

Neun und dreissigster Versuch.

Der vorige Versuch wird, mit demselben Ergebnisse, wiederholt, und nachdem ich bei der Stromstärke *X X* 170 angekommen bin, bei welcher *Ka S* keine Reaction mehr hervorbringt, wird derselbe in der Weise fortgesetzt, dass jeder eine fünf Secunden dauernde Schliessung in entgegengesetzter Richtung des Stromes vorhergeht Hierdurch gelingt es, Reactionen des Hörnerven bei noch geringeren Stromstärken zu erzwingen, als in dem vorigen Versuche. Es ergiebt sich nämlich:

X X 170 *Ka S* —.
170 *A S* —.
A D —.
A O, *Ka S K*.*
160 *A S* —.
A D —.
A O, *Ka S K*.

---

* Hierbei ist die oben beschriebene Form des Stromwenders benutzt, welche die Wendung ohne Zeitverlust möglich macht. Die der *Ka S* unmittelbar vorhergehende *A O* giebt bei den höheren Stromstärken noch eine Reaction, und aufmerksame Versuchspersonen melden in diesem Falle einen „Doppelklang".

150 *A* *S* —.
A *D* —.
A *O*, *Ka S k.*

Durch Verlängerung der Stromesdauer auf 10 Secunden während *A D* entsteht:

150 *A* *O*, *Ka S K.*
und 140 *A* *S* —.
A *D* —.
A *O*, *Ka S k.*

Vierzigster Versuch.

Es giebt Ohrenkranke, welche die in den beiden vorhergehenden Versuchen dargestellten Erscheinungen in noch viel grösserem Umfange zeigen, als Gesunde. Ich entlehne dem Sitzungsprotocolle des allgemeinen Vereins St Petersburger Aerzte vom 19. März 1863 * die Darstellung einer daselbst von mir ausgeführten Demonstration.

Dass hierbei der Rheostat nicht in Anwendung gekommen, wird der Deutlichkeit des Ergebnisses keinen Abbruch thun.

Patient (mit chronischem Katarrh des rechten Mittelohres) zeigte beim Versuche in sehr schlagender Weise die Erhöhung der Erregbarkeit des *Acusticus* durch den Strom.

6 Elem. fortschreitend zu 9, 12, 15, 18 Elem. { *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) auf dem Nacken.
Schluss: Keine Gehörsempfindung.

21 Elem. { *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) auf dem Nacken.
Schluss und Stromesdauer: „Schall mit Echo."
Oeffnung: „Nichts."

18 Elem. { *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) auf dem Nacken.
Schluss und Stromesdauer: „Schall mit Echo."
Oeffnung: „Nichts."
b. Anode (+Pol) im Ohre, Kathode (—Pol) auf dem Nacken.
Schluss: „Kein Schall."
Stromesdauer: „Nichts."
Oeffnung: „Schall."

15 Elem. { *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) auf dem Nacken.
Schluss uud Stromesdauer: „Schall mit Echo."
Oeffnung: „Nichts."
b. Anode (+Pol) im Ohre, Kathode (—Pol) im Nacken.
Schluss und Stromesdauer: „Kein Schall."
Oeffnung: „Schall, der weit ist."

12 Elem. { *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) auf dem Nacken.
Schluss uud Stromesdauer: „Echoschlag."
Oeffuung: „Jetzt ist's ruhig."
b. Anode (+Pol) im Ohre, Kathode (—Pol) auf dem Nacken.
Schluss und Stromesdauer: „Nichts."
Oeffnung: „Echoschlag mit Nachhall."

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. IV, p. 318.

9 Elem.
- *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) auf dem Nacken.
  - Schluss und Stromesdauer: „Anhaltender Schall.“
  - Oeffnung: „Ganz ruhig, auch das gewöhnliche (subjective) Sausen fehlt.“
- *b.* Anode (+Pol) im Ohre, Kathode (—Pol) auf dem Nacken.
  - Schluss und Stromesdauer: „Nichts.“
  - Oeffnung: „Schall.“

6 Elem.
- *a.* Kathode (—Pol) im Ohre, Anode (+Pol) im Nacken.
  - Schluss und Stromesdauer: „Ganz weiter Nachhall.“
  - Oeffnung: „Nichts.“
- *b.* Anode (+Pol) im Ohre, Kathode (—Pol) im Nacken.
  - Schluss und Stromesdauer: „Nichts.“
  - Oeffnung: „Leiser Schall.“

Uebrigens muss ich bemerken, dass der in den letzten beiden Versuchen dargestellte Einfluss der Wendung des Stromes sich zwar am intensivsten herausstellt, mit je weniger Zeitverlust der Wechsel der Pole vor sich geht; es gehört aber eine geraume Zeit dazu, bis dieser Einfluss unmerkbar wird, und aus diesem Grunde genügen die gewöhnlichen Stromwender ebenfalls, um die Erscheinung in wünschenswerther Deutlichkeit zu demonstriren und zu benutzen.

Die in den vorhergehenden drei Versuchen dargestellten Folgeerscheinungen, welche nach der Einwirkung des Stromes im Hörnerven Platz greifen, bestehen offenbar in Demjenigen, was man bei motorischen Nerven als Modification der Erregbarkeit zu bezeichnen gewohnt ist. Die Qualität und Quantität dieser Erscheinung bleibt sich bei der an demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten und unter unveränderten Bedingungen angestellten Wiederholung des Versuches vollkommen gleich.

Zum Zweck der Diagnose des Erregbarkeitszustandes eines einzelnen Hörnerven gelange ich daher zu folgendem Verfahren:*

1. Es wird durch Kathodenschliessungen bei steigender Stromstärke das Minimum der Stromstärke gesucht, auf welches der Nerv mit Gehörssensation antwortet. Ich nenne dies in meinen Beobachtungsprotocollen die primäre Erregbarkeit des Nerven und bezeichne sie mit E I. Es reagire z. B. ein Hörnerv wie folgt:

*XX*10 *Ka S* —	*XX*20 *Ka S* —	*XX*30 *Ka S* —	*XX*40 *Ka S* —	*XX*50 *Ka S* —	*XX*60 *Ka Sk*
Ka O —	*Ka O* —	*Ka O* —	*Ka O* —	*Ka O* —	*Ka O* —
Ka S — **	*Ka S* —	*Ka S* —	*Ka S* —	*Ka S* —	*Ka S K*;

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1863. Bd. V, p. 37 u. 38.

** Ich steige mit doppelten Schliessungen aufwärts, weil der Nerv sehr oft auf eine zweite Schliessung antwortet, nachdem er die erste Schliessung unbeantwortet gelassen hatte. Es ist dies offenbar eine Folge der die Erregbarkeit modificirenden Einwirkung, welche auch bei einmaligen Schliessungen nicht zu umgehen ist. Bei Doppelschliessungen gelangt man

so ist mithin das Zeichen für seine primäre Erregbarkeit: XX 60 *Ka S K E* I, welches ich nur dann gelten lasse, wenn auch nach längerer Pause eine Kathodenschliessung von XX 60 noch Reaction erzeugt, indem ich dann annehme, dass der modificirende Einfluss von untergeordneter Bedeutung war, und dass XX 60 *Ka S K* die wirkliche Grösse der im Nerven vorhandenen Erregbarkeit bezeichne. Controlirt und bestätigt wird diese Annahme dadurch, dass bei einem zu einer anderen Zeit wiederholten Versuche eine ohne vorhergehende einleitende Schliessungen sofort vorgenommene Kathodenschliessung von XX 60 Reaction erzeugt, während eine wiederum zu anderer Zeit vorgenommene *Ka S* von XX 50 unbeantwortet bleibt.

2. Jetzt setze ich den Nerven in Exaltation durch XX 60 *Ka S*, und wenn ich hierauf die Stromstärke vermindere, so reagirt der Nerv dem physiologischen Gesetze gemäss auf Stromstärken, welche er vor seiner Katelektrotonisirung unbeantwortet liess.* Gesetzt nun, der Nerv, dessen *E* I im soeben gewählten Beispiele durch XX 60 *Ka S K* bezeichnet wurde, ergebe nunmehr die Reactionen: XX 50 *Ka S K*, XX 40 *Ka S k*, XX 30 *Ka S* —, so ist XX 40 *Ka S k E* II das Zeichen für seine secundäre Erregbarkeit, d. h. für denjenigen Grad von Exaltation, deren er durch Einwirkung der Kathode fähig ist. Es wird in diesem Falle die Grösse der *E* II gemessen durch 20 Widerstandseinheiten der Nebenschliessung, denn um so viel ist die Formel der *E* II verschieden von jener der *E* I. Ich drücke dies aus in der Formel, welche sich hiernach folgendermaassen gestaltet: XX 40 *Ka S k E* II^{20} Die durch die am Ende der Formel angehängte Zahl von Widerstandseinheiten ausgedrückte Grösse der *E* II charakterisirt dieselbe aber noch nicht vollständig; es muss vielmehr noch constatirt werden, wie lange sie im Nerven anhält. Es zeigen sich in dieser Beziehung bemerkenswerthe Unterschiede zwischen verschiedenen Nerven. Während sie bei dem einen sehr lange anhält, verschwindet sie bei anderen sofort.

3. Mit der Herstellung der Reaction XX 40 *Ka S K* sind aber die Mittel nicht erschöpft, um den Nerven bei noch niedrigerer Stromstärke zur Aeusserung seiner Thätigkeit zu zwingen. Es bleibt nämlich noch das mächtigste aller elektrischen Reizmittel, die Stromeswendung, übrig.

---

weniger leicht in die Gefahr, die *E* I zu niedrig, d. h. das Minimum wirksamer Stromstärke zu hoch anzugeben. Ausserdem gewinnt das Verfahren durch Doppelschliessungen an Milde. Wegen der nach *Ka O* momentan eintretenden Herabsetzung der Erregbarkeit (s. hierüber oben, Versuch 36) lasse man die zweite *Ka S* der *Ka O* nicht zu schnell folgen.

* Je länger die Kette geschlossen bleibt, um so leichter tritt die Reaction bei nachfolgender Einwirkung niedrigerer Stromstärken ein. Es muss daher, um zu genauen Resultaten zu gelangen, bei dem obigen Verfahren die Stromesdauer immer dieselbe Länge haben, wenn man den Versuch wiederholt. Eine Grenze dieser Stromesdauer, jenseits welcher der die Erregbarkeit erhöhende Einfluss etwa wieder abnehme, habe ich nicht gefunden.

Die Grösse der durch dieses Mittel gefundenen Reizbarkeit nenne ich die tertiäre Erregbarkeit, *E* III, des Nerven. Der als Beispiel gewählte Nerv gab auf *X X* 30 *Ka S* keine Reaction. Dagegen kann er zeigen:

X X 30 *A S* —.
A D —.
A O — oder *k* oder *z* (Zischen) oder *f* (Fliegensummen) etc.
Ka S K, und ferner:
X X 20 *A S* —.
A D —.
A O —.
Ka S k.

Ich bezeichne dann seine tertiäre Erregbarkeit, welche um 20 Widerstandseinheiten von *E* II absteht, in derselben Weise, nämlich mit *X X* 20 *Ka S k E* III $^{20, 20.}$ Aus dieser Formel für *E* III kann nunmehr die ganze Formelreihe für die Erregbarkeit des Nerven mit Leichtigkeit reconstruirt werden.

Wenn hierzu nun noch die Feststellung des Modus und der Zeit, binnen welcher die geschaffenen Modificationen im Nerven abklingen, ausgeführt wird, so ist damit die Diagnose des *status quo* eines Hörnerven geschlossen. Bei der nächsten mit gleichen Mitteln angestellten Sitzung muss das Experiment ein vollkommen übereinstimmendes Resultat liefern.

Es blieb mir nun übrig, den Einfluss der Stromesschwankungen während ununterbrochenen Kettenschlusses zu untersuchen. Dass solche Schwankungen den Hörnerven zur Aeusserung seiner specifischen Thätigkeit veranlassen, war mir bei Gelegenheit der bisher angestellten Versuche schon klar geworden. Denn wenn ich den in der Kette befindlichen Nerven durch allmähliche Verminderung des in Nebenschliessung befindlichen Leitungswiderstandes während *A D* aus der Kette auszuschleichen versuchte, so traten sehr häufig unbeabsichtigte Reizungen desselben ein, so lange er noch vom Strome durchflossen war. Seltener war es dagegen geschehen, dass bei Steigerung der Stromstärke während *Ka D* Gehörssensationen auftraten. Aus diesem Grunde begann ich die Untersuchung dieses Gegenstandes mit der Anode.

Ein und vierzigster Versuch.

Gesunde Person. Die Anode befindet sich im Gehörgange. *X X* Elemente.

Die Kette wird geschlossen, indem in der Nebenschliessung der kleinste Widerstand, 10, eingeschaltet und ohne Oeffnung der Kette bis auf 200 allmählig vermehrt wird:

X X 10 *A D* 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100—200: es entsteht keine Gehörssensation. Ebensowenig entsteht eine Solche bei grösseren Schwankungen, wie

z. B. bei *X X* 10 *A D* 100, was sich übrigens von selbst verstand, da es ja schon bekannt war, dass selbst eine Schwankung von Null zu dem Maximum der anwendbaren Stromstärke, d. h. eine unvermittelte Stromesschliessung keine Gehörsempfindung erzeugt, sobald der Hörnerv sich unter dem Einflusse der Anode befindet. Anders wird es bei abnehmenden Schwankungen. Zunächst zeigt sich allerdings, dass Schwankungen von einer gewissen Kleinheit ebenfalls ohne Erfolg sind, denn *X X* 200 *A D* 100, 90, 80, 70, 60, 50, 40, 30, 20, 10, *A O* bringen keine Gehörssensation hervor. Dagegen zeigt sich bei Schwankungen von grösserer Breite Folgendes:

X X 100 *A D* 80 —.
100 *A D* 70 —.
100 *A D* 60 —.
100 *A D* 50 *k*.
100 *A D* 40 *K*.

Dieser Versuch beweist demnach, dass, während der Hörnerv sich unter dem Einflusse der Anode befindet, anschwellende Stromesschwankungen denselben Effect haben als Kettenschliessungen, nämlich einen negativen, abnehmende Schwankungen dagegen analog der Oeffnung durch Gehörssensation beantwortet werden, sobald sie eine gewisse Grösse erreichen.*

Zwei und vierzigster Versuch.

Um nunmehr für die auszuführenden Schwankungen einen grösseren Spielraum zu gewinnen, verkleinerte ich die Batterie auf *X* Elemente. Nachdem die Kette durch Einschaltung von 400 Einheiten der Nebenschliessung geschlossen war, ergab sich:

X 400 *A D* 300 —.
400 *A D* 200 —.
400 *A D* 100 *K*.
300 *A D* 200 —.
300 *A D* 100 *K*.
200 *A D* 100 *k*.
100 *A D* 90 —.
100 *A D* 80 —.
100 *A D* 70 —.
100 *A D* 60 —.
100 *A D* 50 —.
100 *A D* 40 —.
100 *A D* 30 *k*.
100 *A D* 20 *K*.
100 *A D* 10 *K*.
100 *A O K*.

Auffallend war bei diesem Versuche sofort die Thatsache, dass, je kleiner das Maximum der Stromstärke, von welcher aus die abnehmende Schwankung ausgeführt

---

* Vergl. *St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1866, Bd X. Sitzungsbericht des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte vom 22. März 1866, und: *Studien zur Diagnose, Prognose und Heilung des Ohrensausens, St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1864, Bd. VII, p. 65 ff.

wurde, um so kleiner auch das Minimum der zur Hervorrufung einer Reaction erforderlichen Schwankung war. Während von X 400 aus eine 300 Einheiten betragende Schwankung nöthig war, um eine Klangempfindung zu wecken, reichte von X 300 aus eine Schwankung von 200, von X 200 aus eine Solche von 100, und von X 100 aus eine Solche von 70 zu diesem Zwecke hin.

Drei und vierzigster Versuch.

Viel bequemer und exacter lässt sich die in Rede stehende Erscheinung an solchen Ohrenkranken demonstriren, deren Hörnerv, sei es in Folge von Trommelfellperforation, sei es in Folge des bereits mehrfach erwähnten Zustandes, den ich mit elektrischer Hyperästhesie bezeichnet habe, mit besonderer Bereitwilligkeit den elektrischen Reiz beantwortet. Bei einem Kranken der Art (alte Schwerhörigkeit mit Ohrensausen ohne nachweisbare anatomische Veränderungen) wurde der folgende Versuch ausgeführt (vergl. den soeben citirten Sitzungsbericht des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte)

Die Anode entspricht dem Ohre. Nachdem die Kette bei einer Stromstärke von X 600 geschlossen ist, werden abnehmende Stromesschwankungen ausgeführt.

X 600 $A\ D$ 500 —.
600 $A\ D$ 400 —.
600 $A\ D$ 300 $k >$.

d. h. während der Anodenstromesdauer entsteht bei einer Schwankung von 600 Einheiten der Nebenschliessung bis 500 und 400 Einheiten keine, wohl aber eine Reaction bei einer von 600 bis 300 sich erstreckenden Stromesschwankung.*

X 500 $A\ D$ 400 —.
500 $A\ D$ 300 —.
500 $A\ D$ 200 $k >$.

d. h. das gleiche Ergebniss bei gleich grossen Schwankungen von 500 Einheiten aus.

Anders dagegen wird es bei Schwankungen von 400 Einheiten aus. Hier genügt schon eine sich über 200 Einheiten erstreckende Schwankung zur Gehörssensation:

X 400 $A\ D$ 300 —.
400 $A\ D$ 200 $k >$.

Ebenso bei Schwankungen von 300 Einheiten aus:

X 300 $A\ D$ 200 —.
300 $A\ D$ 100 $k >$.

Aber von 200 Einheiten aus genügt schon eine Schwankung von 100 zur Erzeugung der Reaction:

X 200 $A\ D$ 100 $k >$.

Bei einer Schwankung von 100 bis Null, d. h. bei Oeffnung der Kette, entsteht noch stärkere Reaction:

X 100 $A\ O\ K >$.

Die Batterie wird jetzt auf XV Elemente verstärkt, um bei Schwankungen innerhalb noch niedrigerer Widerstandsgrössen die Erscheinung hervorzurufen:

---

* Da die Ausführung der Schwankung nichts Anderes erfordert, als die Berührung des Stöpsels mit dem Metallrande der betreffenden Lücke des Apparates, so konnte ich bei allen diesen Versuchen die Schwankungen in genügender und in gleicher Geschwindigkeit ins Werk setzen.

XV 100 *A D* 90 —.
100 *A D* 80 —.
100 *A D* 70 —.
100 *A D* 60 *k* >,

d. h. von *XV* 100 aus tritt erst bei einer Schwankung bis 60 Reaction ein.

Von *XV* 60 aus dagegen zeigt sich schon bei einer Schwankung bis 40 Gehörssensation:

XV 60 *A D* 40 *k* >.

Von *XV* 30 endlich, so wie von *XV* 20 aus genügt eine nur 10 Einheiten betragende Schwankung zur Hervorrufung der Reaction:

XV 30 *A D* 20 *k* >
20 *A D* 10 *k* >

Eine nunmehr ausgeführte Oeffnung der Kette wird selbstverständlich vom Nerven ebenfalls beantwortet.

Aus diesen Versuchen geht demnach unzweifelhaft hervor, dass während der Anodenstromesdauer die Minimalgrösse der zur Erzeugung einer Gehörssensation erforderlichen abnehmenden Stromesschwankung um so geringer ist, je niedriger die Stromstärke, welche den Ausgangspunct der Schwankung bildet.

Ich stellte nunmehr die analogen Versuche bei umgekehrter Stromesrichtung an, d. h. während der Hörnerv sich unter dem Einfluss der Kathode befand.

Ich habe bereits angeführt, dass ich schon früher gelegentlich die Erfahrung gemacht hatte, dass anschwellende Stromesschwankungen während *Ka D* Gehörssensation zu erzeugen vermögen. Die Hervorrufung dieser Erscheinung ist nicht so bequem und leicht als diejenige, welche den Gegenstand der vorhergehenden drei Versuche bildet. Denn erstens wird der durch die Kathode erzeugte Eindruck auf die sensiblen Nerven viel weniger leicht ertragen, als die der Anode entsprechende Empfindung; sodann wird während der anschwellenden Stromesschwankungen der durch die Kathode verursachte Schmerz natürlich noch gesteigert; ferner liegt die die primäre Erregbarkeit bezeichnende Ziffer, d. h. das Minimum wirksamer Stromstärke bei Gesunden meist schon so hoch, dass eine Steigerung der Stromstärke in dem entstehenden Schmerz bald eine unübersteigliche Grenze findet und demnach für das Studium derjenigen akustischen Erscheinungen, welche jenseits des wirksamen Minimums der Stromstärke auftreten, nur ein geringer Spielraum übrig bleibt; endlich sind die bei anschwellenden Schwankungen während *Ka D* auftretenden Gehörssensationen überhaupt nicht so deutlich und sich der Beobachtung so aufdrängend, als jene, welche in abnehmenden Schwankungen während *A D* ihren Ursprung haben. Dieser letztere Umstand ist in der Natur der Sache begründet. Da nämlich die Anode bei constantem Fliessen des Stromes

dem Hörnerven Stillschweigen auferlegt, so zwar, dass jede von einem vorhergegangenen Reiz etwa noch nachklingende akustische Empfindung durch *A S* bei entsprechender Stromstärke sofort und vollständig abgeschnitten wird, so ist es klar, dass jede nunmehr entstehende neue Gehörssensation sich sehr deutlich markirt und von dem klanglosen Hintergrunde abhebt. Anders ist es bei anschwellenden Stromesschwankungen während *Ka D*. Der bei *Ka S* entstehende Klang dauert bei Gesunden, wie früher erörtert wurde, eine mehr oder weniger lange Zeit während des Kettenschlusses fort, und bei Hyperästhesie des Hörnerven nimmt er überhaupt kein Ende vor der Kettenöffnung. Man kommt indessen sehr leicht in den Fall, die Dauer dieser Gehörssensation zu unterschätzen. Da sie sich nämlich stetig vermindert, so wird sie bei Gesunden sehr bald unmerklich und die Versuchsperson meldet, der Klang sei zu Ende.

In der Wendung des Stromes hat man nun ein vortreffliches Mittel, um die Richtigkeit dieser Angabe zu controliren. Sobald man nämlich nunmehr *A S* schnell ausführt, erfolgt sehr häufig die rectificirende Aeusserung, erst jetzt sei es in der That vollkommen still geworden, ein Beweis also, dass vorher trotz der gegentheiligen Angabe eine leise Gehörsempfindung noch bestand. Es ist hieraus erklärlich, dass eine während *Ka D* entstehende neue Gehörsempfindung eigentlich nur eine Verstärkung der schon bestehenden ist, wenn *Ka D* nicht sehr lange vor dem Eintritte der neuen Sensation ihren Anfang genommen hatte, und diese letztere wird in Folge dessen weniger klar beobachtet. Eine sehr lange anhaltende *Ka D* aber ist nur in Ausnahmefällen (namentlich bei Anästhesieen des *Trigeminus*) ausführbar, weil die damit verknüpften unbequemen Empfindungen der Versuchsperson die Lust und Fähigkeit zur Selbstbeobachtung rauben.

Nichts destoweniger ist diese Erscheinung, welche den Gegenstand der folgenden Versuche bildet, mit hinreichender Sicherheit hervorzurufen, denn die erörterte Undeutlichkeit ist nur eine relative. Am wenigsten geeignet dazu sind natürlich gesunde Personen von grosser Erregbarkeit der Hautnerven. Man wähle unter den Gesunden vielmehr Solche, welche sich durch geringe Empfindlichkeit auszeichnen, und bei denen das Minimum der zur akustischen Erregung erforderlichen Stromstärke nicht ungewöhnlich hoch liegt.

Vier und vierzigster Versuch.

Die Kathode befindet sich im Gehörgange. *X X* Elemente. Die Versuchsperson ist dieselbe wie bei dem drittletzten Versuche.

Es wird durch eine Reihe von Kettenschliessungen bei anwachsender Stromstarke das Minimum der auf den Hörnerven wirksamen Stromstärke gesucht, und dasselbe bei *X X* 100 gefunden:

X X 10 *Ka S* —
20 *Ka S* —.
30 *Ka S* —
40 *Ka S* —
50 *Ka S* —.
60 *Ka S* —.
70 *Ka S* —.
80 *Ka S* —.
90 *Ka S* undeutliches Ergebniss.
100 *Ka S K.*

Von diesem Minimum wirksamer Stromstärke aus werden nun anschwellende Stromesschwankungen eingeleitet, indem, ohne Oeffnung der Kette natürlich, der Leitungswiderstand der Nebenschliessung vermehrt wird.

Schwankungen von *X X* 100 bis 110 und der Reihe nach von 100 bis 120, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, ergeben keine Reaction.

Bei breiteren Schwankungen hingegen entsteht eine solche:

X X 100 *Ka D* 200 *k.*
100 *Ka D* 300 *K.*
100 *Ka D* 400 *K.*

Die durch die vorhergehende Kathodenschliessung erzeugte Gehörssensation liess ich bei diesem Versuche vor Ausführung der Schwankung völlig abklingen. Eine höhere Stärke als *X X* 400 wurde nicht ertragen.

Von diesem Maximum aus wurden nunmehr abnehmende Stromesschwankungen von der kleinsten bis zur grössten Breite ausgeführt. Da es mir bereits bekannt war, dass die breiteste Schwankung von allen, nämlich die Kettenöffnung, keine Reaction des Hornerven erzeugt, sobald sich derselbe unter dem Einflusse der Kathode befindet, so war es von vornherein anzunehmen, dass jene Schwankungen vom Hörnerven unbeantwortet bleiben würden. Dies war auch in der That der Fall.

X X 400 *Ka D* 300 setzte ebensowenig eine Gehörssensation als *X X* 400 *Ka D* 10 und *X X* 400 *Ka O.*

Es folgt also aus diesem Versuche, dass während der Kathodenstromesdauer anschwellende Stromesschwankungen denselben Effect haben, wie eine Kathodenschliessung, nämlich eine Gehörssensation erzeugen, während abnehmende Schwankungen den gleichen negativen Erfolg haben als die Kathodenöffnung.

Da es mir, wie erwähnt, nicht möglich war, die in dem vorhergehenden Versuche beschriebene Erscheinung bei jeder beliebigen gesunden Versuchsperson darzustellen, so sah ich mich nach Mitteln um, welche es mir gestatten würden, dieselbe leichter, in grösserem Umfange und innerhalb niedrigerer Stromstärken hervorzurufen.

Solcher Mittel boten sich mir die folgenden drei: Den Versuchsspielraum konnte ich vergrössern durch die schon früher zu demselben Zwecke angewandte Batterie, und dadurch, dass ich den Versuch erst nach Herstellung der tertiären Erregbarkeit begann; durch das erstere Mittel

gewann ich eine grössere Breite der ausführbaren Stromesschwankungen und das letztere erlaubte mir die Ausführung des Versuches innerhalb niedrigerer Stromstärken. Endlich blieb mir übrig, die betreffende Erscheinung an solchen Ohrenkranken zu studiren, welche eine übermässig leichte Erregbarkeit des Hörnervenapparates darboten. In den folgenden Versuchen wurden die genannten Mittel benutzt.

Fünf und vierzigster Versuch.

Dieselbe gesunde Versuchsperson wie im vorhergehenden Versuche. *X* Elemente.

Kathodenschliessungen bei anwachsender Stromstärke ergeben das Minimum wirksamer Stromstärke bei 200 Einheiten der Nebenschliessung: *E* I = *X* 200 *Ka S K*.

Nachdem bei dieser und einer etwas höheren Stromstärke einige Kettenschliessungen ausgeführt worden sind, wird die Stromstärke vermindert und das dem gegenwärtigen Zustande des Nerven entsprechende Minimum derselben bestimmt wie folgt:

X 200 *Ka S K*.
190 *Ka S K*.
180 *Ka S K*.
170 *Ka S k*.
160 *Ka S* —.

Also *E* II = *X* 170 *Ka S k*.

Um die Reaction bei noch niedrigeren Stromstärken zu erzwingen, wird endlich die Wirkung der Stromeswendung zu Hülfe genommen:

X 170 *A D* 5 Secunden, *Ka S K*.
160 *A D* 5 Secunden, *Ka S K*.
150 *A D* 5 Secunden, *Ka S k*.
140 *A D* 5 Secunden, *Ka S* —.
140 *A D* 10 Secunden, *Ka S k* (sehr schwach).

Also *E* III = *X* 150 *Ka S k*.

Es wird nochmals bei dieser letztgenannten Stromstärke und nach langer anhaltender *A D* eine Reaction hervorgerufen:

X 150 *A D* 10 Secunden, *Ka S K*,

und nunmehr werden von hier aus anschwellende Stromesschwankungen ausgeführt. Dieselben ergeben Folgendes:

X 150 *Ka D* 250 —.
150 *Ka D* 350 *k*
150 *Ka D* 450 *K*.
150 *Ka D* 550 *K*.
150 *Ka D* 650 *K*.
150 *Ka D* 750 *K*.
150 *Ka D* 850 *K*.

Eine höhere Stromstarke wurde unbequem.

Dieser Versuch stellte demnach das Ergebniss des vorhergehenden mit noch grösserer Deutlichkeit heraus.

Sechs und vierzigster Versuch.

Unmittelbar den vorhergehenden Versuch fortsetzend veränderte ich nun den Ausgangspunct der Stromesschwankung, was folgendes Ergebniss hatte:

X 150 *Ka D* 350 *k*.
250 *Ka D* 450 —.
250 *Ka D* 550 *K*.
350 *Ka D* 550 —.
350 *Ka D* 650 —.
350 *Ka D* 750 *K*.

Es schien nach diesem Versuche, als sei die Breite einer wirksamen Stromesschwankung um so grosser, je höher die Stromstärke, welche den Ausgangspunct jener bildet

Da indessen die Reactionen Gesunder auf Schwankungen des Stromes während *Ka D* selbst bei den in den letzten beiden Versuchen beobachteten Kunstgriffen wegen der sie begleitenden unbequemen Empfindungen nicht immer mit der wunschenswerthen Pracision referirt werden, so wiederholte ich den Versuch bei Gehorkranken mit Hyperästhesie des Hornerven, wie folgt:

Sieben und vierzigster Versuch.*

Hierzu dient wieder dieselbe Person, wie im drei und vierzigsten Versuche, welche eine sehr leichte Erregbarkeit des akustischen, neben hochgradiger Unempfindlichkeit der sensiblen Nerven besitzt und somit eine Combination von Eigenschaften darbietet, welche für Elektrisirung des Gehornerven sehr günstig ist.** (Vergl. den oben citirten Sitzungsbericht des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte.)

Das Minimum deutlich wirksamer Stromstarke wird gefunden als: *X* 200 *Ka S K'*.

Von hier aus werden nun anschwellende Schwankungen ausgeführt:

X 200 *Ka D* 210 —.
200 *Ka D* 220 —.
200 *Ka D* 230 *K'*.
210 *Ka D* 220 —.
210 *Ka D* 230 —.
210 *Ka D* 240 *k*?
210 *Ka D* 250 *K'*.
220 *Ka D* 230 —.
220 *Ka D* 240 —.

* Ich muss darauf aufmerksam machen, dass dieser Versuch mit einer in dem Vereine St. Petersburger Aerzte aufgestellten Batterie angestellt ist, welche einen sehr schwachen Strom lieferte. Daher die hohen Ziffern trotz der leichten Erregbarkeit des Nerven. Wäre der Versuch mit derselben Batterie angestellt, wie die anderen, so würden bedeutend niedrigere Ziffern gewonnen worden sein. Da dies aber für das, was der Versuch beweisen soll, ganz unwesentlich ist, so stand ich nicht an, aus einer grossen Zahl derartiger Versuche gerade diesen wiederzugeben.

** Derartige Personen sind keineswegs selten; in den Ambulatorien der Ohrenärzte wird man sie leicht finden. Ungeübten Beobachtern kann ich nur empfehlen, ihre Versuche an solchen Individuen zu beginnen An ihnen kann man in der That das ganze Gebäude der in dieser Schrift geschilderten Thatsachen spielend darlegen.

220 *Ka D* 250 —.
220 *Ka D* 260 —.
220 *Ka D* 270 *K'*.

Von *X* 250 aus war schon eine Schwankung bis auf 950 nothig, um eine Reaction zu erzeugen, und von 500 aus gelang es selbst bei einer Schwankung bis auf 2000 nicht, eine deutliche Klangempfindung hervorzubringen.

Dieser Versuch bestätigte demnach die bereits in dem Vorhergehenden bemerkbar gewordene Thatsache, dass während der Kathodenstromesdauer die Minimalgrösse der zur Erzeugung einer Gehörssensation erforderlichen anschwellenden Stromesschwankung um so grösser ist, je höher die Stromstärke, welche den Ausgangspunct der Schwankung bildet; ein Satz, welcher auch so ausgedrückt werden kann: Innerhalb wirksamer Stromstärken genügen während der Kathodenstromesdauer um so kleinere anschwellende Schwankungen zur Erzeugung einer Hörnervenreaction, je niedriger die Stromstärke ist, von welcher die Schwankung ausgeht.

Es ist wohl Nichts natürlicher, als dass ich während des Vorschreitens in meiner Untersuchung mir Rechenschaft darüber zu geben versuchte, ob die von mir bei elektrischer Reizung des Hörnerven aufgefundenen Erscheinungen in Einklang zu bringen seien mit denjenigen Erscheinungen, welche die moderne Physiologie bei elektrischer Reizung der blosgelegten motorischen Nerven aufgedeckt, und mit den Gesetzen, welche sie aus diesen Erscheinungen abstrahirt hat. Gleich zu Anfang meiner Untersuchung bin ich zu der Ueberzeugung gekommen, dass sich die physiologischen Gesetze vom Elektrotonus in den bei elektrischer Reizung des Hörnerven auftretenden Erscheinungen nicht nur wieder erkennen lassen, sondern auch, dass dies in einer solchen Deutlichkeit der Fall sei, wie an Keinem der übrigen Nerven des unverletzten menschlichen Körpers. Ich stellte daher bereits in meiner ersten vorläufigen Mittheilung die Lehrsätze der Physiologen mit den Ergebnissen meiner Untersuchung zur Vergleichung neben einander und wiederhole dies nun auch an dieser Stelle:

Meine Beobachtungen:	Lehrsätze der Physiologie nach Pflüger.
Die Kathode erzeugt Gehörssensation bei der Schliessung der Kette, desgleichen während der Stromesdauer, nicht aber bei der Oeffnung der Kette. Die Anode erzeugt weder beim Schliessen der Kette, noch während der Stromesdauer Reaction des *Acusticus*, wohl aber bei der Oeffnung.	Erregt wird der Nerv durch das Entstehen des Katelektrotonus und das Verschwinden des Anelektrotonus.

Die der Anode entsprechende Reaction ist *ceteris paribus* schwächer als die an der Kathode

Das Entstehen des Katelektrotonus erregt den Nerven mehr als das Verschwinden des Anelektrotonus.

Die der Kathode entsprechende Reaction tritt sofort, die der Anode entsprechende nur nach einer gewissen Stromesdauer auf; nach kurzen Stromen geht die Oeffnung ohne Reaction an der Anode vorüber.

Der Katelektrotonus erscheint sofort nach Schliessung der Kette, der Anelektrotonus schwillt nach Schliessung der Kette nur sehr langsam an und ist anfangs gar nicht vorhanden.

Die Kathodenreaction verstärkt sich unmittelbar nach der Schliessung um eine merkbare Grösse, was die behandelten Personen meist als Echo bezeichnen, indem sie oft genug die Bemerkung machen, dass das Echo stärker sei, als der erste (Schliessungs-) Klang; sodann dauert die Reaction in vermindertem Grade einige Zeit, „nachhallendes Echo", an und verschwindet sodann gänzlich, obwohl der Strom in gleicher Stärke fliesst.

Der Katelektrotonus nimmt nach der Schliessung noch zu und bei langer Stromesdauer allmählig ab.

Vergleichende Versuche mit beiden Polen bei steigender Elementenzahl lehren, dass die Reaction an der Kathode schon bei niederer Stromstarke erscheint, als die an der Anode.

Der Katelektrotonus erscheint bei anwachsender Stromstärke früher als der Anelektrotonus.

Die Kathodenreaction wird grösser bei grösserer Stromstarke, oder wenn vorher der Gehörgang eine Zeit lang mit der Anode armirt war. Auch die Anodenreaction wächst mit der Stromstärke.

Sowohl der Katelektrotonus als der Anelektrotonus wachsen mit der Stromstarke. —

Jede der beiden Stromesrichtungen erhöht die Erregbarkeit des Nerven für ihre eigene Oeffnung und für die Schliessung der entgegengesetzten Richtung, schwächt sie aber für die eigene Schliessung und für die Oeffnung der entgegengesetzten Richtung. (Rosenthal'sches Gesetz der Alternativen.)

Die Erregbarkeit des *Acusticus* wird während einer Behandlung in der Weise gesteigert, dass er am Ende der Sitzung auf viel niedrigere Stromstärken reagirt, als am Anfange derselben. *

Beide Arten des Elektrotonus hinterlassen positive Modification im Nerven. Der nach dem Katelektrotonus im Nerven Platz greifenden positiven Modification geht ein flüchtiger Moment negativer Modification vorher.

* Der Pflüger'sche Satz, dass der dem Katelektrotonus folgenden positiven Modification ein kurzer und schwer zu erhaschender Moment negativer Modification (herabgesetzter Erregbarkeit) vorhergehe, kann in den Ergebnissen meines sechs und dreissigsten Versuches

Um diese Uebereinstimmung meiner Beobachtungen mit den Ergebnissen der physiologischen Untersuchungen vollzumachen, kommt hierzu nun noch das Resultat meiner im folgenden Abschnitt dargestellten Untersuchung erkrankter Gehörorgane, welche analoge pathologische Veränderungen der Erregbarkeit nachweisen wird, wie sie an dem absterbenden physiologischen Präparat vorkommen.

Es bleibt mir nun noch übrig, die Ergebnisse meiner Untersuchung über die Reaction des gesunden Hörnerven auf den elektrischen Reiz kurz zusammenzufassen. Ich thue dies in folgenden bereits bei Gelegenheit früherer Veröffentlichungen aufgestellten Sätzen:

1. Die Hervorrufung der Gehörssensation durch den elektrischen Reiz ist — entgegen den in den verschiedenen neueren und neuesten Lehrbüchern der Physiologie enthaltenen verneinenden oder zweifelnden Angaben — möglich.

2. Dieselbe ist mit grosser Sicherheit ausführbar — entgegen den Angaben derjenigen Experimentatoren, denen es nur ausnahmsweise gelungen ist, Gehörssensation durch die elektrische Reizung hervorzurufen.

3. Unbrauchbar sind zu diesem Zwecke die von Einigen dazu benutzten gewöhnlichen Inductionsströme, welche ihrer schnellen Folge wegen bei einer Stärke, die noch keine Reaction des Sinnesnerven setzt, schon unerträgliche Reaction der empfindenden Faser hervorrufen.

4. Indessen auch durch inducirte Ströme lässt sich die specifische Reaction des Gehörnerven erzeugen, aber nur durch einzelne Oeffnungs- oder Schliessungsströme. Letztere sind indessen viel seltener wirksam als Erstere. Bei der nur momentanen Dauer eines solchen Stromes fallen die verschiedenen Reizmomente (Schluss, Dauer, Oeffnung) in einen Gesammtvorgang zusammen, aus welchem Grunde sich dieses Verfahren der Reizung eben so wenig zum Studium als zu Heilzwecken empfiehlt.

5. Das zur methodischen Reizung passendste Mittel ist der Batteriestrom, sogenannte constante galvanische Strom, und zwar sowohl wegen der Sicherheit des Erfolges, als weil die dabei stattfindenden verschiedenen Vorgänge sich der Beobachtung gesondert darbieten.

---

zwar wohl wiedererkannt werden, indessen stehen die Ergebnisse dieses (sowie auch des sieben und dreissigsten) Versuches, den ich nur der Vollständigkeit wegen angeführt habe, allen übrigen an Deutlichkeit und Sicherheit bedeutend nach; denn wo, wie hier, von sehr kurz dauernden und schwachen subjectiven Empfindungen die Rede ist, oder gar vom Ausbleiben derselben in einem gegebenen Moment, da zeigen die Aussagen der Versuchspersonen Schwankungen und verdienen nur ein geringes Vertrauen.

6. Da der Arzt es nicht in seiner Gewalt hat, durch die gegenseitige Stellung der Elektroden die Richtung zu bestimmen, welche der Strom im Gehörnervenapparat nehmen soll, so ist zum Ansatz der ausserhalb des Ohres placirten Elektrode eine beliebige Körperstelle zu wählen.

7. Trotz der verschiedensten Ansatzpuncte dieser zweiten Elektrode bleibt sich die Norm der Reizerscheinungen gleich, so lange die innerhalb des Gehörganges placirte Elektrode einem und demselben Pole entspricht. Nur mit dem Wechsel der Pole wechselt die Norm der Erscheinung.

8. Diese Norm der Reaction besteht darin, dass der Nerv an der Kathode die Schliessung der Kette und einen kurzen Theil der Stromesdauer, an der Anode hingegen die Oeffnung der Kette mit Gehörssensation beantwortet. Innerhalb der möglichen und erlaubten Stromstärken bleiben sowohl die Schliessung der Kette und die Dauer des Stromes an der Anode, wie die Oeffnung derselben an der Kathode unbeantwortet.

9. Bei anschwellender Stromstärke erscheint zuerst die Kathodenschliessungs- und später die Anodenöffnungs-Reaction. Bei abnehmender Stromstärke verschwindet letztere früher als jene.

10. Die Kathodenschliessungs-Reaction tritt sofort bei Schliessung der Kette im Maximum ihrer Intensität auf, um von da an stetig abzunehmen. Die Anodenöffnungs-Reaction bedarf einer gewissen Länge der Stromesdauer und versagt leicht, wenn die Oeffnung dem Schluss der Kette schnell folgt.

11. Durch Wendung von der Anode auf die Kathode gelingt es, Gehörssensationen bei einer Stromstärke zu erzeugen, bei welcher eine einfache Kathodenschliessung ohne Reaction vorübergeht; denn nach der Anodenöffnung befindet sich der Nerv im Zustande einer erhöhten Erregbarkeit.

12. Auch nach der Kathodenöffnung verharrt der Nerv im Zustande erhöhter Erregbarkeit, so zwar, dass eine innerhalb einer gewissen Frist wiederholte Kathodenschliessung eine stärkere Gehörssensation zu Wege bringt, als die Erste, oder, was dasselbe, dass bei der wiederholten Kathodenschliessung eine niedrigere Stromstärke zur Hervorbringung der specifischen Reaction genügt, als vorher.

13. Es sind aber nicht blos die Schliessungen und Unterbrechungen, d. h. die Schwankungen der Stromstärke von Null zu einem Maximum und von diesem zu Null, welche Gehörssensation hervorbringen, sondern diese tritt auch bei Schwankungen innerhalb ununterbrochener Stromesdauer

auf, und zwar nach derselben Norm, so dass eine anschwellende Schwankung den Schliessungseffect hervorbringt, falls die Kathode, eine abnehmende Schwankung hingegen den Oeffnungseffect, falls die Anode der Ohrelektrode entspricht.

14. Es ist ferner nicht blos die absolute Grösse der Schwankung, welche den Grad der Reaction des Nerven bestimmt, sondern die Entfernung ihres Ausgangspunctes vom Nullpuncte; und zwar genügen innerhalb wirksamer Stromstärken um so kleinere Schwankungen zur Erzeugung von Gehörssensationen, je niedriger die Stromstärke ist, von welcher die Dichtigkeitsschwankung ausgeht.

15. Die durch den elektrischen Reiz erzeugte Gehörssensation ist von verschiedener Art und Intensität, je nach der Individualität der Versuchsperson und der Stromstärke. Sie besteht in Summen, Zischen, Rollen, Pfeifen, Klingen etc. Die letzte Sensation ist die häufigste; in ihrer höchsten Entwicklung wird sie ein heller, von begleitenden Geräuschen ganz oder fast ganz freier, angenehmer, musikalisch bestimmbarer Ton, dessen Höhe bei verschiedenen Individuen verschieden ist. Oft findet man Individuen, welche bei anschwellender Stromstärke eine sehr deutliche, von Summen durch mehr oder wenigere der genannten Sensationen zum Klingen aufsteigende, regelmässige Scala der Gehörsempfindungen darbieten, bei welcher die Sensation von Klängen einer höheren Stromstärke entspricht, als die von Geräuschen.

16. Vermehrung der Stromstärke steigert die Höhe des vernommenen Tones, wenn der Hörnerv sich unter dem Einfluss der Kathode, vermindert dieselbe, wenn er sich unter dem Einfluss der Anode befindet.

Die folgenden Tabellen geben eine vergleichende Uebersicht der Art und des Grades, in welchen diejenigen Nerven, von welchen auf den vorhergegangenen Blättern die Rede gewesen, auf die verschiedenen Momente des elektrischen Reizes reagiren, sobald das Experiment am unverletzten Menschen bei mittleren Stromstärken ausgeführt wird. *

* In diesen Tabellen sind die früher erwähnten individuellen Schwankungen der Reizerscheinungen nicht aufgeführt.

Einwirkung der Kathode.

Nerven.	Schliessung.	Stromesdauer bei Ausschluss reizender Dichtigkeitsschwankungen.	Oeffnung.	Nach der Oeffnung.
Bewegungsnerv.	Starke Zuckung.	Die Contraction hält eine Zeit lang an und verschwindet dann vollständig.	Schwächste Zuckung	Die Erregbarkeit für eine neue Schliessung ist eine kurze Zeit lang erhöht; es ist dieses Symptom aber nicht mit der gleichen Präcision nachzuweisen wie beim Hörnerven.
Sehnerv.	Starke und glänzende Lichterscheinung.	Die Lichterscheinung hält eine Zeit lang an und verschwindet dann vollständig.	Schwächere Lichterscheinung mit umgekehrter Farbenstellung.	Eine Erhöhung der Erregbarkeit lässt sich nicht mit Sicherheit nachweisen. Wohl aber wird nach häufig wiederholter Einwirkung des Stromes oft mit Sicherheit eine Ermüdung des Nerven beobachtet, welche in einem Matterwerden des Lichtbildes und einem grauen Tone seiner Färbung Ausdruck findet.
Hörnerv.	Starke Gehörsempfindung.	Die Gehörsempfindung hält eine Zeit lang an und verschwindet dann vollständig.	Keine Gehörsempfindung.	Die Erregbarkeit für eine neue Schliessung ist eine erhebliche Zeit lang erhöht.

Einwirkung der Anode.

Nerven.	Schliessung.	Stromesdauer bei Ausschluss reizender Dichtigkeitsschwankungen.	Oeffnung.	Nach der Oeffnung.
Bewegungsnerv.	Mittelstarke Zuckung.	Die Contraction hält nur sehr kurze Zeit an	Mittelstarke Zuckung.	Die Erhöhung der Erregbarkeit ist noch undeutlicher als nach Einwirkung der Kathode.
Sehnerv.	Schwächere Lichterscheinung als bei dem Kathodenschluss, und mit umgekehrter Farbenstellung.	Die Lichterscheinung verschwindet schneller als bei Einwirkung der Kathode.	Etwas stärkere Lichterscheinung als bei der Schliessung. Farbenstellung dieselbe wie bei der Kathodenschliessung.	Erhöhung der Erregbarkeit nicht mit Sicherheit nachzuweisen, wohl aber oft eine nach häufiger Wiederholung des Versuches eintretende Herabsetzung derselben.
Hörnerv.	Keine Gehörsempfindung.	Keine Gehörsempfindung.	Momentane Gehörsempfindung, schwächer als beim Kathodenschluss.	Wiederholte Schliessung der Kette bringt zwar ebensowenig eine Gehörsempfindung hervor, aber die bei der Oeffnung entstehende Gehörsempfindung ist um so stärker, je länger die vorhergehende Stromesdauer war.

Einwirkung von Stromeswendungen.

Nerven.	Von der Anode auf die Kathode.	Von der Kathode auf die Anode.
Bewegungsnerv.	Verstärkung der Zuckung.	Verstärkung der Zuckung.
Sehnerv.	Verstärkung der Lichterscheinung.	Verstärkung der Lichterscheinung.
Hörnerv.	Verstärkung der Gehörsempfindung.	Keine Gehörsempfindung, aber Verstärkung des der Anodeneinwirkung entsprechenden Hemmungszustandes im Hörnerven, die sich in dem schnelleren und vollständigeren Verstummen der durch die kurz vorhergehende Kathodenschliessung erzeugten Gehörssensation äussert.

Es musste mir schliesslich von hohem Interesse sein, zu untersuchen, wie sich die von mir bei elektrischer Reizung des Hörnerven gefundenen Erscheinungen zu der berühmten Helmholtz'schen Lehre von den Tonempfindungen stellen würden. Ich führe in dem Folgenden die hier einschlägigen Sätze dieser Lehre an und stelle von meinen auf den vorhergegangenen Blättern geschilderten Beobachtungen Diejenigen nebenan, welche ich mit den Helmholtz'schen Sätzen in Beziehung bringen zu dürfen glaube.

Helmholtz'sche Sätze:	Meine Beobachtungen:
1. Der Vorhof enthält die zur Perception von Geräuschen bestimmten und geeigneten Organtheile.	1. Zur Erzeugung subjectiver Klang- und Tonempfindungen durch elektrische Ströme gehört eine höhere Stromstärke als zur Erzeugung der Empfindung von Geräuschen.

2. Die Theile dagegen, durch welche Klänge und Töne zur Wahrnehmung gelangen, liegen in der Schnecke

2. Und zwar bilden die bei absatzweise vergrösserter Stromstärke im Hörnerven auftretenden Sensationen eine Scala, auf deren unterster Stufe Geräusche, auf deren höchster Töne stehen. Auf den in mehr oder weniger grosser Zahl darstellbaren Mittelstufen dieser Scala tritt der Charakter von Geräuschen bei der akustischen Sensation um so mehr in den Vordergrund, je näher die Stufe dem untersten Anfangspunct der Scala steht. Dagegen herrscht die Klangempfindung um so mehr über die Geräusche vor, je näher die Stufe dem Höhepunct der Scala steht

3. Die specifische Energie jedes einzelnen, einem Corti'schen Körper entsprechenden Schneckennerven ist die Empfindung eines einzelnen Tones von einer bestimmten Höhe.

3. Der Charakter und die Tonlage der akustischen Empfindung ist bei verschiedenen Individuen verschieden, aber bei demselben Individuum keinerlei Schwankungen unterworfen, so lange die Bedingungen des angestellten Versuches dieselben bleiben.

Ich will mir nun den Versuch erlauben, nachzuweisen, dass meine soeben angeführten Beobachtungen mit den gleichzeitig notirten Sätzen Helmholtz's im Einklang stehen.

Was zunächst die ersten beiden Sätze betrifft, so hängt bekanntlich die Grösse des physiologischen Reizeffectes von der Dichte des einwirkenden Stromes ab. Diese aber ist im allgemeinen um so geringer, je weiter der Querdurchschnitt der Stromesbahn vom Ansatzpunct der Elektrode entfernt ist. Es folgt hieraus die bekannte Thatsache, dass man zur Erregung tiefer liegender Nerven einer grösseren Stromstärke bedarf, als zur Erregung solcher Nerven oder Nervenstrecken, welche der Oberfläche näher verlaufen. Dieses Gesetz hat vollkommen die gleiche Gültigkeit, mag es sich um eine nur mikroskopisch messbare Entfernungsdifferenz oder um eine solche handeln, welche sich nach Zollen bemessen lässt.

Nun liegt aber die Schnecke um eine sehr deutlich mit unbewaffnetem Auge erkennbare, nach Linien zu bemessende Grösse weiter vom Eingange des äusseren Gehörganges, nach dem Innern zu, entfernt, als der Vorhof. Es bildet nämlich eine den Eingang des Gehörganges mit der Schnecke verbindende gerade Linie die Hypotenuse eines Dreiecks, dessen Scheitelpunct in Einen der Bogengänge fällt; und die nach dem Gehörgange zu liegende Kathete, welche den Vorhof schneidet, ist kleiner als die Hypotenuse des Dreieks.

Es folgt hieraus, dass, um die Nerven der Schnecke mit gleicher Dichte des Stromes zu treffen, wie die des Vorhofes, man einer grösseren Stromstärke bedarf.

Allerdings ist der räumlich nähere Weg nicht unbedingt auch der physikalisch nähere, und die obige Ausführung würde hinfällig werden, sobald der Nachweis geliefert werden könnte, dass dem galvanischen Strome ein Weg zur Schnecke offen stünde, welcher einen geringeren Leitungswiderstand darböte, als der Weg zum Vorhofe. Zur Führung eines solchen Beweises genügen aber offenbar nicht allgemeine Betrachtungen über den verschiedenen Leitungswiderstand der verschiedenen Gewebe, sondern er würde nur geliefert werden können auf Grund eines exacten Versuches. So lange ein Solcher nicht ausgeführt ist (und es ist sehr fraglich, ob er in maassgebender Weise ausgeführt werden könne), so lange, scheint mir, ist man nicht berechtigt, anzunehmen, dass hier von der am menschlichen Körper allgemein gültigen Regel, wonach die elektrische Erregung tiefer liegender Theile eine höhere Stromstärke erfordert, eine Ausnahme Statt finde.

Wenn diese Ausführungen richtig sein sollten, so würde ich daher zu glauben geneigt sein, dass die, meinen oben angeführten Beobachtungen zu Grunde liegenden und jederzeit am lebenden Menschen demonstrirbaren Thatsachen den betreffenden Sätzen Helmholtz's, für welche, so viel mir bekannt ist, eine experimentelle Bestätigung am gesunden Menschen noch nicht vorhanden ist, zur Stütze dienen könnten.

Was den dritten Satz betrifft, so wäre offenbar Nichts wunderbarer, als wenn bei Einwirkung des galvanischen Stromes auf das Gehörorgan in jedem Individuum eine vollkommen identische akustische Empfindung entstünde. In der That sind denn auch die galvanischen Gehörssensationen bei verschiedenen Individuen sowohl nach ihrem Charakter als ihrer Tonlage durchaus verschieden. Und es stimmt dies mit den Ergebnissen der galvanischen Reizung der anderen Sinnesorgane durchaus überein. Die Geschmacksnerven verschiedener Individuen empfinden, wenn sie in der einen Richtung vom Strome getroffen werden, bald herbe, bald salzig, bald angenehm säuerlich, in der anderen Richtung bald alkalisch, bald metallisch, bald bitter. Ebenso glaube ich im Stande zu sein, den Nachweis zu liefern, dass der Sehnerv verschiedener Individuen mit durchaus verschiedenen Farbenempfindungen auf den elektrischen Reiz reagirt.

Dass aber die bei Einwirkung elektrischer Ströme auf den Hörnerv von verschiedenen Individuen vernommenen Töne von verschiedener Höhe sind, scheint mir mit dem Inhalt des Letzten der oben angeführten Sätze Helmholtz's sehr wohl zu stimmen. Ebenso wunderbar nämlich, wie es wäre, wenn auf Einwirkung des elektrischen Reizes jedes Individuum den

gleichen Ton vernähme, ebenso wunderbar würde es sein, wenn der Leitungswiderstand der Gewebe des Gehörorganes bei allen Individuen so schablonenmässig gleich und übereinstimmend vertheilt wäre, dass bei Durchleitung eines galvanischen Stromes durch die Schnecke die grösste Dichte des Stromes immer in dasselbe Nervenende fallen müsste. Es ist im Gegentheil *a priori* anzunehmen, dass vermöge individueller Schwankungen im Leitungswiderstand der Gewebe auch die Stromesbahn individuellen Schwankungen unterworfen, daher bei dem einen Individuum dieses, bei einem anderen jenes Nervenende dem Strome leichter zugänglich sei, was denn mit der verschiedenen Höhe der von verschiedenen Individuen auf Einwirkung des galvanischen Reizes vernommenen Töne im wünschenswerthesten Einklange zu stehen scheint.

Unter der Voraussetzung, dass diese Ausführungen haltbar seien, ist es vielleicht zulässig, selbst noch einen Schritt weiter zu gehen. Es scheint mir nämlich, dass es nicht unmöglich sei, auf Grund der von mir gefundenen Thatsachen eine hypothetische Anschauung zu gewinnen über die räumliche Anordnung der Corti'schen Körper oder vielmehr der diesen entsprechenden Nervenenden. Da nämlich in allen Fällen, in denen es mir möglich war, durch verschiedene Stromstärken Gehörsempfindungen von verschiedener Tonhöhe hervorzubringen, diese letztere mit der zunehmenden Stromstärke wuchs, so dürfte dies erstens dafür sprechen, dass die den verschiedenen Tonempfindungen entsprechenden Nervenenden nach Art einer Stufenleiter angeordnet seien, in welcher die Töne sich in einer stetigen Reihe folgen; und zweitens, dass die den tiefsten Tönen entsprechenden Nervenenden an demjenigen Ende dieser Klavis sich befinden, welches nach dem Vorhof zu liegt.

Ich schliesse hier den ersten Theil meiner Untersuchung, dessen Gegenstand die Einwirkung elektrischer Ströme auf das gesunde Gehörorgan war. Bereits in diesem Theile habe ich zu wiederholten Malen erkrankte Gehörorgane zur Untersuchung benutzt. Ich fürchte nicht, dass man mir hieraus einen Vorwurf machen werde. Ein solcher würde gerechtfertigt sein, wenn ich mich hätte verleiten lassen, Erscheinungen pathologischer Natur für Normalerscheinungen zu halten. Der folgende Theil der Untersuchung wird, mehr noch als dieser, zeigen, dass ich in dieser Beziehung vorsichtig gewesen bin. Es ist dies in einem solchen Grade der Fall, dass es mich weit weniger überraschen würde, wenn ein Leser sich die Frage vorlegte, ob aus der Reihe der von mir aufgefundenen und im nächsten Abschnitt dieser Arbeit dargestellten Erscheinungen nicht die Eine oder die Andere in d i e s e n Abschnitt zu verweisen wäre? Von allen Krankheitszuständen des Gehörorganes habe ich in diesem Abschnitte nur

drei Gattungen zur Untersuchung benutzt. Zunächst diejenige, in welcher der Hörnerv durch Defecte der umgebenden Organtheile dem elektrischen Strome zugänglicher geworden ist. Ich glaube dies mit demselben Rechte gethan zu haben, mit welchem man einen motorischen Nerven künstlich bloslegt, um die Einwirkung elektrischer Ströme auf denselben zu studiren. Wird dies zugegeben, so musste ich mich folglich für nicht minder berechtigt halten, diejenigen Untersuchungen für diesen ersten Abschnitt meiner Arbeit zu verwerthen, welche an einer zweiten Krankheitsgruppe angestellt sind, in welcher durch Fremdkörper oder Verwachsungen des äusseren Gehörganges der Zugang des elektrischen Stromes zu dem Gehörnerven erschwert ist. Die dritte Krankheitsgruppe, welche ich in diesem Abschnitte benutzt habe, ist diejenige, welche ich „Hyperästhesie des Hörnerven gegenüber dem elektrischen Reiz" genannt habe. Man wird die wunderbaren und verwickelten Erscheinungen, welche diesen bisher ungekannten Krankheitszustand kennzeichnen, im nächsten Abschnitte ausführlich kennen lernen und finden, dass ich von den mannigfaltigen und in einem genetischen Zusammenhange mit einander stehenden Arten dieser Krankheitsgruppe nur die einfachste und dem Normalzustande am Nächsten liegende in den Bereich der vorstehenden Untersuchung gezogen habe. Dieselbe zeigt den Modus, in welchem der gesunde Hörnerv auf den elektrischen Reiz reagirt, in keinem wesentlichen Puncte verändert, sondern kennzeichnet sich nur durch die grössere Bereitwilligkeit, mit welcher der Nerv dem Strome antwortet, ohne dass der Grund hiervon in einem verminderten Leitungswiderstand der vorliegenden Organtheile gesucht werden könnte, mit einem Worte durch eine erhöhte Erregbarkeit des Nerven selbst. Der Nerv zeigt in diesem Zustande bei niederen Stromstärken diejenigen Reizerscheinungen, welche der gesunde Nerv bei hohen Stromstärken darbietet, und es kann daher dieser Krankheitszustand mit demselben Rechte und in demselben Sinne zum Studium der normalen Reizerscheinungen benutzt werden, wie die durch Trommelfelldefecte erzeugte grössere Zugänglichkeit des Nerven für den elektrischen Strom. Es ist aber die einfache Hyperästhesie in viel grösserem Umfange benutzbar zur Untersuchung als die offenliegende Paukenhöhle, denn in letzterem Falle gilt das leichtere Eintreten des Reizeffectes nur von einem Angriffspuncte aus, dem äusseren Gehörgange, in ersterem aber gilt die leichtere Erregbarkeit von allen Angriffspuncten ohne Ausnahme, was nicht anders sein kann, wenn der Grund der Erscheinung eben im Nerven selbst liegt.

KRITISCHER NACHTRAG ZUR GESCHICHTE.

Nachdem ich den auf den vorhergegangenen Blättern dargestellten Theil der Untersuchung geschlossen, musste es mir von grossem Interesse sein, noch einen Rückblick auf die Angaben derjenigen Autoren zu werfen, deren Versuche zur elektrischen Reizung des Hörnerven von positiven Erfolgen begleitet gewesen sind.

Was die älteste aller Angaben, nämlich die des ehrwürdigen Volta betrifft, so habe ich bereits oben gelegentlich erwähnt, dass ich ein dem „Prasseln eines im Aufkochen befindlichen zähen Breies" entsprechendes Geräusch zwar nie, wohl aber die Explosion einer einzelnen Blase beobachtet habe, welche bei Anwendung einer Reihe von schnellen Unterbrechungen ein dem Volta'schen ähnliches Geräusch simulirte. Bei Gesunden sind indessen nach meinen Erfahrungen Töne von ganz bestimmter, aber bei verschiedenen Individuen verschiedener Klangfarbe und von ganz bestimmtem (seltener bestimmbarem), aber bei verschiedenen Personen verschiedenem musikalischen Werth, die Regel. Widersprechen muss ich dagegen der Angabe Volta's, dass die elektrische Gehörssensation während der ganzen Stromesdauer anhalte. Da Volta den Strom seiner 30—40paarigen Säule durch beide Ohren zugleich leitete, so hätte er beim Kettenschluss nur in dem einen, bei der Kettenöffnung nur in dem anderen Ohre eine Gehörsempfindung haben sollen, welche während längerer Stromesdauer cessirte. Da er statt dessen ein fortwährendes Prasseln vernahm, so glaube ich nicht zu irren, wenn ich annehme, dass bei seinem Versuche nicht ein continuirlicher galvanischer Strom, sondern eine Reihe vielfacher und sich schnell folgender Schliessungen und Oeffnungen einwirkte. * Diese Unterbrechungen des Stromes waren bei der Art, wie Volta den Versuch anstellte, sehr natürlich, denn er leitete den Strom durch Sonden, welche er in den äusseren Gehörgang beider Ohren gleichzeitig einführte. Die Schmerzhaftigkeit dieses Verfahrens, wobei er „eine Erschütterung im Kopfe" empfand, machte einen

* Vergl. dagegen du Bois-Reymond, *Untersuchungen*, Bd I, p. 284.

gleichmässigen Contact der Sonden mit den Wänden des Gehörganges oder gar mit dem Trommelfell ganz unmöglich. Es war daher sehr natürlich, dass Volta die Gehörsempfindung während der ganzen Stromesdauer, d. h. vielmehr während der ganzen Dauer des Versuches, hatte; es war ferner sehr natürlich, dass er den Schliessungseffect in dem einen und den Oeffnungseffect in dem anderen Ohre nicht unterschied, sondern in beiden Ohren gleichzeitig Geräusche vernahm, denn es fanden in dem einen Ohre eine lange Reihe kurzer Schliessungseffecte, im anderen eine ebensolange Reihe von Oeffnungseffecten statt. Es war endlich sehr erklärlich, dass die Gehörsempfindung in dem Volta'schen Versuche den Character eines „Prasselns" besass. Ich habe unter den zahlreichen Individuen, welche mir zu Versuchen gedient haben, mehrere gefunden, welche beim Schliessen und Oeffnen des Stromes eine Gehörsempfindung hatten, die sie als das „Platzen einer Blase" beschrieben, welches eine „metallische Beimischung" habe. Wenn ich bei diesen Personen statt des continuirlichen, unterbrochene Ströme anwendete, so entstand die Empfindung von Rasselgeräuschen, und zwar in einem Ohre, wenn ich nur dieses, oder in beiden, wenn ich beide Ohren in der Kette hatte. Der Versuch mit Ketten, analog dem Purkinje'schen Versuche, gab dann ganz die Volta'schen Resultate. Bei der Querleitung durch beide Ohren entsteht, wie ich nachgewiesen habe, bei jedem Individuum ein Verlust des Gleichgewichts nach der Seite der Anode hin, sobald der Strom ununterbrochen fliesst. Volta berichtet Nichts von dieser höchst auffallenden Erscheinung, ein Beweis mehr, dass er keinen constanten Strom hatte, denn unterbrochene Ströme erzeugen keinen Schwindel, wohl aber Erschütterung, wie sie Volta auch empfand.

Ich gestehe, dass es mir zu einer besonderen Befriedigung gereicht, die von mir gefundenen Erscheinungen mit den Angaben des Altvaters der Lehre von dem galvanischen Strome in Einklang setzen zu können. Von der Richtigkeit meiner Analyse des Volta'schen Versuches bin ich fest überzeugt, und diejenigen, welche meine Versuche wiederholen, werden diese meine Ueberzeugung theilen, sobald sie sich die erforderliche Sicherheit im Experimentiren angeeignet und eine genügende Anzahl einzelner Erfahrungen gesammelt haben werden. *

---

* Um einen Beweis zu geben von der Sicherheit, mit welcher ich die in gegebenen einzelnen Fällen auftretenden elektrischen Gehörssensationen zu analysiren im Stande war, sobald ich über die Grunderscheinungen klar geworden, will ich Folgendes anführen Nach dem Bekanntwerden meiner vorläufigen Mittheilungen hat sich bei mir eine umfangreiche Correspondenz mit Aerzten aus verschiedenen Ländern angesammelt, welche mir die Ergebnisse ihrer Versuche mittheilten und mich um Auskunft über verschiedene ihnen unklare Puncte baten. Es fanden sich unter diesen Mittheilungen sehr verschiedene und zum Theil widersprechende Versuchsergebnisse. In den meisten dieser Fälle habe ich das Ergebniss richtig zu analysiren vermocht, trotz dem, dass es oft genug an Gehörkranken gewonnen war,

Wenn ich in dem Angeführten die wenig willkommene Aufgabe erfüllt habe, dem schöpferischen Forscher VOLTA einen Versuch zu bemängeln, so fühle ich mich doch gedrungen, aufs Neue daran zu erinnern, dass es dem Physiker VOLTA niemals um die Feststellung physiologischer Thatsachen, am wenigsten aber bei dem einmaligen Ohrversuche, zu thun gewesen ist. Er selbst ist weit davon entfernt, die eigentlich physiologischen Momente seiner Erfahrungen irgend wie zu betonen. Dass dennoch bis heute sein Ohrversuch von Autoren benutzt wird, um auf ihn als den physiologischen Grundversuch zurückzuzeigen, ist nicht die Schuld VOLTA's.

Was die RITTER'schen Versuche betrifft, so hat Derselbe offenbar einige Puncte ganz richtig beobachtet. Aber auch seine Ströme waren für gewöhnlich keine constanten. Sie können es nicht gewesen sein, aus demselben Grunde, aus dem es die VOLTA'schen nicht waren. Um sich zu überzeugen, dass in den RITTER'schen Versuchen der Contact der Elektrode mit der Wand des Gehörganges nicht stetig sein konnte, höre man seine eigenen Worte über den an beiden Ohren gleichzeitig angestellten Versuch. Er sagt: *

„Bei der Verbindung von vierzig Plattenpaaren zur Kette wurde ich durch den Schlag bei der Schliessung für die ersten Augenblicke so betäubt, dass ich nichts von Schall hörte, und erst einige Zeit darauf fühlte ich ein ungemeines Eingenommensein des Kopfes von allen Seiten, das bei der Trennung der Kette, die ich wegen der fürchterlichen in den Ohren besonders auf der Silberseite (Kathode) anhaltenden Schmerzen nicht lange verschieben konnte, wieder aufhörte, und dessen plötzlicher Abtritt mit einem ähnlichen kleinen Schalle verbunden war, wie in kleineren Ketten sein Eintritt."

Von demselben mit schwächeren Säulen angestellten Versuch aber sagt er kurz vorher:

„Bei der Verbindung von 10, 15 bis 20 Plattenpaaren zur Kette hatte ich auf beiden Seiten des Kopfes starke mit Schall begleitete Schläge."

Also wiederholte Gehörs- und Schmerzempfindungen wegen der Unterbrechungen im Schliessungsbogen. Ich glaube nach allem Diesen wohl behaupten zu dürfen, dass man die RITTER'schen Angaben in ihrem Wortlaut nicht als Belege für die Einwirkung constant fliessender Ströme anführen, noch auch ohne Weiteres aus ihnen die Wirkung der verschiedenen Richtung des constanten Stromes demonstriren könne. **

---

bei denen, wie man im zweiten Theile dieser Arbeit sehen wird, die Erscheinungen oft höchst verwickelt sind, und meistens ist es mir gelungen, dasjenige Moment des Versuches aus der Ferne zu erkennen und zu rectificiren, welches die Schuld trug an dem etwaigen Widerspruche des Ergebnisses.

* GILBERT's *Annalen*, Bd. VII, p. 465.

** Vergl. dagegen: DU BOIS-REYMOND, *Untersuchungen*, Bd. I, p. 344.

Zur Zuleitung des Stromes benutzte RITTER wie es scheint* niemals Ketten, sondern richtiger, Drähte.** Die Ursache der Inconstanz seiner Ströme lag zunächst in deren enormer Stärke, welche den dauernden Schluss mit empfindenden Theilen unmöglich machte, und sodann in der Art, wie er die Elektroden mit dem Körper in Contact brachte. Dass der vernommene Ton in jedem Falle derselbe sei, muss von vorn herein als auffallend, wenn nicht als unwahrscheinlich bezeichnet werden. Aber, soviel ich aus den mir zugänglichen Schriften RITTER's ersehen, hat er dies auch nie behauptet, sondern nur angegeben, dass bei ihm der vernommene Ton stets derselbe gewesen sei. Und wenn irgend Etwas von den RITTER'schen Beobachtungen richtig ist, so ist es gewiss dieses. Dass aber dieser Ton $\bar{g}$ gewesen, dies zu bestreiten ist kein Grund vorhanden, denn da bei der elektrischen Reizung des Hörnerven Töne zur Wahrnehmung kommen, so kann dies in gegebenen Fällen auch der Ton $\bar{g}$ sein. In der That wurde Einmal in meinen Versuchen dieser Ton beobachtet. Wenn dies aber auch nicht der Fall gewesen wäre, so würde ich an dieser Angabe RITTER's doch ebensowenig zweifeln, wie ich es thun werde, wenn ein späterer Beobachter einen anderen Ton, als die von mir notirten, angeben wird. Zunächst muss ich also der Angabe RITTER's über die Qualität der Sensation beipflichten. Dieselbe ist, wie man gesehen hat, bei Gesunden in der weitaus überwiegenden Mehrzahl ein Klang, oder besser ein musikalisch bestimmbarer Ton von einer bestimmten aber bei verschiedenen Individuen verschiedenen Klangfarbe. Aus auf der Hand liegenden Gründen ist freilich die musikalische Bestimmung des Tones in der Regel unthunlich. In den wenigen Versuchen, welche ich zur Bestimmung des Tones mit Erfolg angestellt habe, wurde derselbe mit Sicherheit mehrere Male als $\bar{c}$ und einmal als $\bar{g}$ erkannt.

Eine ganze Reihe anderer Versuche, in denen ich mir, wegen Unzuverlässigkeit der Versuchspersonen in der Bestimmung des musikalischen Werthes, den Ton nachsingen liess, um eine ohngefähre Anschauung von seiner Höhe zu erhalten, hat mich auf das Sicherste davon überzeugt, dass verschiedene Personen Töne von verschiedener Höhe (und Klangfarbe) vernehmen, eine jede aber immer von der nämlichen, wenn die Stromstärke dieselbe ist. Das von mir an einer sehr zuverlässigen Versuchsperson angestellte und nach Verlauf von zwei Jahren mit genau demselben Ergebnisse wiederholte Experiment, welches ich oben beschrieben habe und aus welchem sich zweifellos ergab, dass Vermehrung der Stromstärke ein Höherwerden des Tones bedingt, sobald sich der Nerv unter dem Einflusse

* Leider nicht alle Schriften RITTER's habe ich in den hiesigen Bibliotheken gefunden.

** Vergl. GILBERT's *Annalen*, Bd VII, p. 447 u. 449.

der Kathode befindet, ein Tieferwerden dagegen während der Einwirkung der Anode, kann man mit den von Keinem der späteren Beobachter bestätigten Angaben RITTER's einigermassen in Einklang setzen, sobald man nämlich übersieht, dass meine Beobachtungen mit denen RITTER's in Bezug auf die vom Hörnerven beantworteten Reizmomente nicht übereinstimmen.

Dagegen muss ich die Beobachtung RITTER's von einem Tieferwerden des Tones bei *Ka O*, einem Höherwerden bei *A O* einfach als falsch bezeichnen. Dies ist offenbar nicht beobachtet, sondern construirt. Denn da *Ka O* keine Gehörsempfindung setzt, so kann der bei dieser Gelegenheit von RITTER vernommene Ton nur von einer inexacten Oeffnung, d. h. von einer dabei untergelaufenen Kettenschliessung hergerührt haben, es konnte also nur eine Wiederholung des unmittelbar vorhergegangenen Tones sein. Wenn ferner in umgekehrter Stromesrichtung bei Endigung des Versuches, was RITTER Oeffnung nennt, was aber nur die letzte aus einer Reihe von Unterbrechungen war, ein Ton vernommen wurde, so konnte dieser wiederum nur derselbe sein, als die vorhergehenden. Uebersetzt man das, was RITTER Stromesdauer nennt, in das, was es war, nämlich eine Reihe von Dichtigkeitsschwankungen oder gänzlichen Unterbrechungen, so stimmt das Resultat seiner Beobachtungen mit Dem der meinigen. Der Ton wird nämlich höher bei Steigerung der Stromstärke, wenn die Kathode, niedriger, wenn die Anode dem Ohre entspricht.

Um mich nicht dem Vorwurf der Haarspaltereien auszusetzen, will ich eine weitere Analyse der RITTER'schen Angaben unterlassen und vielmehr zugeben, dass man sich bei diesem Beobachter, dessen Angaben nicht ein nüchternes Protocoll des Wahrgenommenen, sondern ein nach Voraussetzungen schematisch construirtes Gebäude bilden, an einer allgemeineren Beurtheilung genügen lassen müsse.

Mein Wunsch bei diesen Auseinandersetzungen ist der, diesem begeisterten Spürer, der mehr als Andere gefunden, von seinen über das Gefundene leider hinausgehenden Angaben so viel zu retten, als eben möglich ist.

Was das von RITTER ausgeführte Experiment betrifft, in welchem er beide Elektroden an ein und dasselbe Ohrläppchen anlegte, so ging, wie man gesehen hat, der von diesem Beobachter angewendete selbstmörderische Eifer so weit, dass er bei seinen Versuchen bis zu zweihundert Plattenpaaren gegangen ist. In diesem Falle lässt sich ohne Zweifel auch bei jener höchst ungünstigen Stellung der Elektroden eine Gehörsempfindung erzeugen. Bei Gesunden habe ich die Stromstärke niemals bis zu einer Höhe gesteigert, bei welcher vom Ohrläppchen aus eine Gehörssensation entstehen konnte. Wohl aber habe ich den Versuch bei

einigen mit Hyperästhesie des Hörnerven behafteten Ohrenkranken mit Erfolg ausgeführt. Ich habe durch früher beschriebene Versuche nachgewiesen, dass die Reizung des Hörnerven um so schwieriger wird, je geringer die gegenseitige Entfernung der Ansatzstellen der Elektroden ist; dass der Hörnerv im Sinne derjenigen Elektrode Antwort ertheilt, welche die ihm physikalisch nähere ist; endlich dass bei sehr geringer Entfernung der Elektroden von einander, bei gleicher Entfernung Beider vom Hörnerven, der Letztere die Schliessungen und Oeffnungen der Kette unbeantwortet lässt. Bei den am Ohrläppchen ausgeführten Experimenten bestätigte sich die Richtigkeit dieser Sätze auf das Vollkommenste. Wenn ich, an der vorderen Fläche des Ohrläppchens operirend, diejenige Stellung gefunden hatte, bei welcher der Hörnerv die Antwort verweigerte, so genügte die leiseste Verschiebung der Elektroden, um ihm eine Antwort und zwar im Sinne der ihm nunmehr näheren Elektrode zu entlocken. Wenn ich an beiden Seiten des Ohrläppchens gleichzeitig operirte, so antwortete der Hörnerv im Sinne derjenigen Elektrode, welche der vorderen Fläche des Ohrläppchens entsprach.

Uebrigens sind in Ritter's Versuchen die Ströme manchmal wohl auch constant geflossen. An manchen Stellen seiner Schilderungen kommen Aeusserungen vor, die man nunmehr leicht erklären kann, während sie bisher ungelöste Widersprüche enthielten. Ich wähle als Beispiel die früher angeführte Stelle in Gilbert's *Annalen*, Bd. VII, p. 465, wo er das von Grapengiesser auf galvanische Reizung des Hörnerven bezogene Brausen von Wasserstoffgasentwicklung an der Kathode herleitet. Auf der Seite der Anode blieb das Brausen weg, weil, wie Ritter meinte, der dort entwickelte Sauerstoff nicht gasförmig entwich, sondern das Metall des Leiters oxydirte. Grapengiesser leugnete die Richtigkeit dieser Beobachtung, indem er (p. 51) behauptete, dass auch auf der Seite der Anode das Brausen entstehe. Dass Grapengiesser richtig beobachtet hat, wissen wir jetzt, denn beim Schankeln seiner Zuleitungsketten musste er wohl auf beiden Seiten Gehörsempfindungen haben. Aber auch Ritter hat richtig beobachtet, denn da in seinen Versuchen die Inconstanz des Stromes wie bei Volta aus der unstetigen Berührung des Leitungsdrahtes mit den Gehörgangswänden herrührt, ein Umstand, der aber bei den an enorme Stromstärken gewöhnten Ritter in dem Falle wohl wegfallen konnte, wenn er Ströme von so geringer Stärke anwendete, dass sie nur Geräusche erzeugten, so floss der Strom in diesem Falle constant, und er hatte demgemäss auf der Seite der Anode keine Gehörsempfindung.

Die Angaben Ritter's über den Modus der Reaction stimmen, wie man sieht, durchaus nicht mit dem von mir Gefundenen überein. Ritter giebt bei beiden Stromesrichtungen Schliessungs- und Oeffnungsreactionen

des Hörnerven an, was den von mir festgestellten Erscheinungen durchaus widerspricht.

Dass das, bei Durchleitung des Stromes durch beide Ohren zugleich, entstehende Verschmelzen der beiden Einzeltöne zu einem mittleren Tone, welches Ritter angiebt, eine Unmöglichkeit sei, geht schon daraus hervor, dass bei diesem Experimente die Gehörssensation niemals gleichzeitig in beiden Ohren auftritt.

Als nach Beendigung meiner eigenen Untersuchungen, bei dem erst dann vorgenommenen Studium der Geschichte, mir die Ritter'schen Angaben bekannt wurden, habe ich Veranlassung genommen, einen bereits früher ausgeführten Theil der Untersuchung zu wiederholen. Der Leser wird sich erinnern, dass ich mir, nachdem ich die Formel der elektrischen Hörnervenreaction gefunden, die Frage vorlegte, ob sich diese Formel bei hochgesteigerten Stromstärken nicht etwa ändere, und zwar in der Weise, dass die bei gewöhnlichen Stromstärken vom Hörnerven unbeantwortet gelassenen Reizmomente, *Ka O*, *A S* und *A D*, bei aussergewöhnlich hohen Stromstärken beantwortet würden. Eine solche Vermuthung war um so weniger von vorn herein von der Hand zu weisen, als dann die so gestaltete Formel der Hörnervenreaction eine schematische Uebereinstimmung oder doch Aehnlichkeit gezeigt haben würde mit derjenigen Formel, in welcher sich die elektrischen Reizerscheinungen des Sehnerven, der Bewegungsnerven und Muskeln darstellen lassen. Ritter, der mit Stromstärken an sich operirt hat, welche für andere gesunde Personen als unerreichbar gelten können, und deren Anwendung unerlaubt genannt werden muss, berichtet nun allerdings, eine Schallempfindung bei Einwirkung der genannten Reizmomente gehabt zu haben. Man könnte nun vielleicht geneigt sein, anzunehmen, es sei Ritter ausnahmsweise einzelne Male gelungen, während seiner Versuche mit höchsten Stromstärken die Kette eine genügend lange Zeit stetig geschlossen zu halten, um sämmtliche sechs Reizmomente, welche meine Formel enthält, auseinander zu halten und deren Einwirkung gesondert zu beobachten. Bei der schematisch generalisirenden Methode, die man Ritter zum Vorwurf machen darf, wäre es nicht undenkbar, dass er, das Ergebniss solcher einzelner Versuche in der Vorstellung festhaltend, blind geworden sei für etwaige widersprechende Resultate anderer Versuche. So sehr ich die Möglichkeit der letzteren Annahme zugeben muss, so wenig thue ich dies mit jener, dass Ritter bei seiner Applicationsmanier und seinen Stromstärken im Stande gewesen sei, den Strom, sei es auch auf kurze Zeit, in constanter Grösse auf das Gehörorgan einwirken zu lassen. Immerhin habe ich aus dem so eben Dargelegten Veranlassung genommen, die Versuche mit höchst erreichbaren Stromstärken zu wiederholen, und ich will dieselben,

da sich für Andere die Gelegenheit, sie ebenfalls anzustellen, nur selten darbieten dürfte, hier beschreiben:

Unter den Ohrenkranken, die mir zu Versuchspersonen gedient haben, befanden sich zwei Männer und ein Mädchen. Der Eine von diesen, ein Buchbinder, in Folge alter abgelaufener Katarrhe des Mittelohres, welche bedeutende anatomische Veränderungen hinterlassen haben, sehr schwerhörig, mit habituellem Kopfsausen behaftet, welches ihm die Ausübung seiner Arbeit (insbesondere das Schlagen des Leders) unmöglich machte, ist unheilbar, hat aber durch Application des galvanischen Stromes symptomatische Erleichterung und kommt desshalb seit drei Jahren von Zeit zu Zeit zu mir, um sich „den Kopf frei und hell machen zu lassen." Der Andere, in Folge abgelaufener Katarrhe, die aber von nachweisbaren anatomischen Veränderungen nur unbedeutende Spuren hinterlassen haben, nicht minder schwerhörig, litt an heftigem Ohrensausen, welches allen Mitteln getrotzt hatte. Das Letztere habe ich dauernd geheilt, die Hörfähigkeit gebessert. Das Mädchen, noch schwerhöriger als die Genannten, litt an unerträglichem Ohren- und Kopfsausen, welche beide wohl von einander unterschieden wurden. Von anatomischen Veränderungen keine Spur vorhanden. Das Kopfsausen ist durch die galvanische Behandlung geheilt, das Ohrensausen hat seinen Character (die Klangfarbe) dauernd geändert und hat an Intensität abgenommen, die Schwerhörigkeit ist nicht gebessert. Alle drei zeigen hochgradige Hyperästhesie des Hörnerven gegen den elektrischen Strom, der Buchbinder ausserdem das in dem folgenden Abschnitt beschriebene Symptom, welches ich als „paradoxe Formel in dem nicht behandelten Ohr" bezeichnet habe.

Alle drei sind, Dank dem Interesse, welches ihnen die klare Wahrnehmung der elektrisch erzeugbaren subjectiven Gehörsempfindungen einflösst, sowie Dank den, wenn auch mangelhaften Heilresultaten, enragirte Elektrophilen geworden und zeichnen sich durch den Gleichmuth aus, mit dem sie Stromstärken ertragen, welche für Andere wahrhaft furchtbar sein würden und den RITTER'schen Stromstärken, wie es scheint, um so eher an die Seite gestellt werden dürften, als ihr Hörnerv ja schon auf äusserst niedrige Stromstärken reagirt. Unter Beobachtung aller Cautelen, welche mir die Erfahrung an die Hand gegeben, und mit Hülfe meiner Vorrichtungen, ohne welche die Einwirkung hoher Stromstärken ganz unausführbar ist, bin ich bei allen genannten drei Personen bis zu einer Stromstärke von vierzig kräftigen DANIELL'schen Elementen bei Einschaltung des gesammten in der Nebenschliessung gebotenen Widerstandes gestiegen. Der Strom war genügend stark, um, durch einen Unterbrechungsapparat geleitet, die grossen Muskeln der Glieder, selbst von ungünstigen Ansatzstellen aus, mit Leichtigkeit zu tetanisiren. Ich vermuthe, dass ich bei

diesen Versuchen die höchste Stromstärke erreicht habe, deren Anwendung überhaupt möglich ist. Nun wohl: die Formel der Hörnervenreaction war bei dem Maximum der Stromstärke decidirt dieselbe, wie beim Minimum. *Ka O* und *A S* wurden niemals mit Gehörsempfindung beantwortet. Während der Anodenstromesdauer schwieg der Nerv vollständig. Wenn also Ritter in dem mit der Anode bewaffneten Ohre Klangempfindungen gehabt hat, so kann dies nur Folge unbeabsichtigter und unerkannter Dichtigkeitsschwankungen, resp. gänzlicher Unterbrechungen, gewesen sein, und unter dem von ihm vernommenen Ton wird man sich nicht einen stetigen langgehaltenen, sondern einen intermittirenden Ton vorzustellen haben.

Grapengiesser. Dass derselbe für gewöhnlich nur „Sausen und Brausen", nicht aber den Ritter'schen Ton zu erzeugen im Stande war, ist nach den Ergebnissen meiner Untersuchung durchaus begründet. Grapengiesser stellte seine Untersuchung an Anderen, insbesondere an Ohrenkranken an; es verbot sich also die Anwendung solcher Stromstärken, denen sich Ritter bei seinen Grausen erregenden Versuchen aussetzte, von selbst. In der That sind auch die von Grapengiesser benutzten Stromstärken geringe, zum Theil selbst winzige, denn er wendete mit Erfolg sogar die einfache Kette an. Unter diesen Umständen konnten also, wie sich aus meinen Erfahrungen ergiebt, für gewöhnlich in der That nur Geräusche entstehen. Immerhin kann es auffallen, dass Grapengiesser, da er so vielfach an Ohrenkranken operirte, nicht auch solche Fälle beobachtet hat, in welchen der Nerv auch die allerniedrigsten Stromstärken mit der Empfindung eines scheinbar reinen und langgehaltenen Klanges beantwortet. Indessen hat Grapengiesser auf die Qualität der erzeugten Gehörsempfindung überhaupt keine besondere Aufmerksamkeit verwendet. Und die Bedingungen seines Versuches waren der Art, dass die erzeugte akustische Empfindung, selbst wenn sie unter anderen Umständen sich zur Klangsensation erhoben haben würde, durch die zahlreichen Unterbrechungen des Schliessungsbogens zu einer Empfindung herabgedrückt werden musste, welche, entsprechend dem Ergebnisse der von mir ausgeführten betreffenden Versuche, trotz klangartiger Beimischung mehr den Charakter eines Geräusches trug oder anstatt eines mehr oder weniger langgedehnten Klanges „das Schmettern einer Nachtigall" simulirte. Sehr charakteristisch ist es, dass er selbst (l. c., p. 133) alle erzeugten Gehörsempfindungen, auch das Glockenläuten und Schmettern einer Nachtigall nur ein in Rücksicht seiner Qualität und Stärke sehr verschiedenes „Ohrensausen" nennt. Nichts ist leichter, als ein solches Schmettern hervorzubringen, man braucht zu diesem Zwecke nur bei Personen, deren Hörnerv den galvanischen Reiz mit Klangsensation beantwortet, den

Versuch so anzustellen, wie ihn PURKINJE am Auge ausgeführt hat, indem man zu Leitungsschnüren übersponnene Darmsaiten wählt und dieselben nun während der Einwirkung des Stromes streichend an einander bewegt; die zahllosen Stromesunterbrechungen, welche auf diese Weise erzeugt werden, bewirken ebenso zahllose kurze Klangempfindungen, welche in ihrer schnellen Folge allermeistens als das Schmettern einer Nachtigall oder eines Kanarienvogels, oder als Zwitschern bezeichnet werden. Der Versuch GRAPENGIESSER's bot in den Bewegungen der Glieder der schaukelnden Kette, welche ihm als Zuleitungsschnur diente, genau dieselben Bedingungen zur Erzeugung von sich schnell folgenden Stromesunterbrechungen dar. In der That hat auch PURKINJE bei seinen Augenversuchen den übersponnenen Saiten vielgliedrige Kettchen mit Erfolg substituirt.

Dass GRAPENGIESSER eine anhaltende Gehörsempfindung während der Stromesdauer überhaupt nie beobachtet habe, ist mir hiernach höchst wahrscheinlich, da die Bedingungen seines Versuches die Entstehung von fortwährenden Stromesunterbrechungen unumgänglich machten. Er selbst freilich bezieht die während der Dauer des Versuchs nicht endende Gehörsempfindung auf eine Wirkung des continuirlich fliessenden Stromes, denn er bemüht sich, die ihm als Leitungsschnüre dienenden Ketten absichtlich in Schwingung zu versetzen, „um den galvanischen Strom immer im Gange zu erhalten.“ * Es ist also klar, und ich habe es bereits früher angedeutet, dass GRAPENGIESSER, wenn zufällig einmal in seinen Versuchen ein constantes Fliessen des Stromes eintrat und dann die subjective Gehörsempfindung selbstverständlich cessirte, im Gegentheil glaubte, der Stromlauf sei in's Stocken gerathen, und das nach erfolgtem Schütteln der Kette von Neuem auftretende Nachtigallschmettern als Zeichen des wiederum ohne Stockung kreisenden Stromes begrüsste. Wenn er ferner, nach Einführung der Elektroden in die *Tuba* und den äusseren Gehörgang, ** bei Einwirkung des Stromes gewöhnlich die Empfindung beobachtete, „als wenn eine Reihe kleiner Kugeln schnell und kurz hintereinander durch das Ohr liefe,“ so ist es nicht minder klar, dass jede Einzelne

* Von der Unklarheit seiner Anschauungen giebt der Verfasser auch an mehreren anderen Stellen seines Buches Beweise. Als Curiosum will ich Eine dieser Stellen anführen. Er sagt auf Seite 40 Folgendes: „Bei der Anwendung des Galvanismus der Volta'schen Säule auf's Auge, wobei der eine Leiter die Nerven der Schleimhaut der Nase, der andere den Frontalnerven armirt, lässt sich bei mageren Personen das ganze Netz der Nerven (*sic!*) auf dem Rücken der Nase und auf dem Oberkiefer, also mehrere Aeste des *Infraorbitalis* und des *Nervi duri*, dem Auge darstellen. Sie werden bei Schliessung der Kette so stark gespannt, wie Violinsaiten, so, dass man ihren Lauf und ihre Verästelung mit einem Pinsel äusserlich auf der Haut bezeichnen könnte.“

** l. c., p. 173.

dieser Kugeln das Signal einer Trennung der Glieder in der schwingenden Leitungskette war, in welcher sich ganz ebenso eine Erschütterung fortsetzte, wie die Kugelreihe das Ohr durchlief. ERMAN beschreibt die Sensation ganz übereinstimmend, und ich werde zu beweisen suchen, dass sie in gleicher oder ähnlicher Weise zu Stande gekommen sei. Dass GRAPENGIESSER die Schliessungs- und Oeffnungsreaction des Hörnerven nicht beobachtet und von der Wirkung der Stromesdauer unterschieden hat, ist nach dem Angeführten vollkommen erklärlich. Seine Versuche setzten ihn gar nicht in die Lage, eine solche Unterscheidung machen oder die Verschiedenheit der einzelnen Reizmomente bei verschiedener Stromesrichtung beobachten zu können.

Dasselbe wiederholt sich bei seinem Versuch mit der einfachen Kette. Die beiden Platten lagen eine Jede auf Einer der hinter jedem Ohre angebrachten Blasenpflasterwunden und waren unter sich durch eine Kette von zahlreichen kleinen, goldenen oder silbernen Ringen verbunden.* Und nun macht er die charakteristische Angabe:**

„Am besten wirkt der Apparat, wenn nur eine der Platten, z. B. die Zinkplatte, fest aufliegt und die Silberplatte mehr locker auf der Wunde befestigt ist, so dass sie der Patient andrücken und wieder etwas davon entfernen kann. — Bei jedesmaligem Andrücken erfolgt dann die Blitzerscheinung und eine Reizung der (!) Gehörnerven, die sich durch ein leichtes Sausen in den Ohren ankündigt."

Auch hier waren es offenbar die durch die Erschütterung der Kettenglieder erzeugten Unterbrechungen, welche die Gehörssensation und zwar in dem einen Ohre die Schliessungs-, in dem anderen die Oeffnungsreaction bewirkten.

Hätte GRAPENGIESSER statt seiner Ketten solide Zuleitungsdrähte benutzt, so hätte er den schlagendsten und nicht nur ausnahmsweise (s. oben) demonstrirbaren Beweis gegen RITTER's Behauptung, dass in seinen Versuchen nur objective Gehörsempfindungen durch die im Ohre veranlasste Gasentwicklung zu Stande kämen, darin finden können, dass die physiologische Wirkung des Stromes auf den Hörnerven während seiner ununterbrochenen Dauer cessirt, was die chemische Wirkung bekanntlich nicht thut.

Dagegen kann man Das, was er (p. 50 ff.) von der Verschiedenheit der beiden Pole in Bezug auf die sensiblen Fasern des Gehörganges etc. sagt, wohl in Einklang mit den Ergebnissen meiner Untersuchung bringen. Ebenso die Angabe, dass bei geringerer Erregbarkeit der Silberpol (die Anode) gar keine Wirkung hervorbringe.

---

* l. c., Tafel I, Figur 5.

** l. c., p. 180.

Was die Angabe ERMAN's betrifft,* welcher die Stetigkeit der Empfindung ebenfalls beobachtete und Letztere als das Rollen von Kugeln durch den Gehörgang beschreibt, eine Beobachtung, welcher eine gleiche von GRAPENGIESSER zur Seite steht, so kann man den von dem Autor selbst nachdrücklich ausgesprochenen Zweifel, ob dies wirklich eine Gehörsempfindung oder nicht vielmehr eine Gefühlsempfindung gewesen sei, theilen. In jedem Falle aber beweist der nicht stetige, sondern intermittirende Character der Sensation, ihre Fortdauer nach Schliessung der Kette, so wie der Umstand, dass auch ERMAN bei gleichzeitiger Durchleitung des Stromes durch beide Ohren dieselbe nicht nur einseitig hatte, — Letzteres eine Erscheinung, welche dem Ungeübtesten, geschweige denn einem feinen Beobachter auffällt — dass auch er nicht einen constant fliessenden Strom, sondern eine Reihe von Schliessungen und Oeffnungen oder doch von erheblichen Dichtigkeitsschwankungen bei seinen Versuchen hat einwirken lassen. In welchem Theile der Kette diese Quelle von Unterbrechungen ihren Sitz hatte, ist unschwer zu erkennen. Von dem Physiker ERMAN anzunehmen, dass seine Säule in mangelhaftem Zustand gewesen sei oder er GRAPENGIESSER'sche Leitungsketten angewendet habe, ist unstatthaft. Keineswegs unstatthaft aber ist es, anzunehmen, dass die schon von VOLTA betonten schmerzhaften ja vielleicht gefährlichen Nebenwirkungen, noch mehr die „fürchterlichen Schmerzen" und die anhaltende „Betäubung", welche RITTER bei seinen Versuchen erduldet, und welche, wie wir gesehen haben, den ausgesprochenen Grund enthalten, der die Forscher bis in die Gegenwart von der Wiederholung der Versuche abgeschreckt hat,** ERMAN bei der Ausführung seines Versuches zaghaft, den Contact des Leitungsdrahtes mit den Wänden des Gehörganges unstetig gemacht haben. Wenn man die Kette dadurch schliesst, dass man mit der Hand einfach einen Leitungsdraht in das Ohr einführt, so wird es erstens nur ausnahmsweise gelingen, die höheren Stufen der von mir gegebenen Scala der Gehörsempfindungen hervorzubringen; dieselben erheben sich in diesem Falle nicht über den Charakter von mehr oder weniger deutlich bestimmbaren, ja selbst von überhaupt zweifelhaften Geräuschen, wie sie ERMAN und VOLTA vernahmen, und zwar aus dem Grunde, weil der unmittelbare Contact einer dünnen metallischen Elektrode mit sensiblen Partieen einer zarten Haut viel zu empfindlich ist, als dass man den Strom in einer solchen Stärke auf das Organ einbrechen lassen könnte, bei welcher die Entstehung schärferer Gehörsempfindungen möglich wäre.

---

* Vergl. die mit dem Folgenden entgegengesetzte Angabe DU BOIS-REYMOND's: *Untersuchungen* etc., Bd. I, p. 285.

** DU BOIS-REYMOND, *Untersuchungen*, Bd. I, p. 345.

Und zweitens: Wenn man eine so applicirte Elektrode absichtlich längs der Wände des Gehörganges hin und herschiebt, selbst ohne die Berührung jemals aufzuheben, so gelingt es oft genug, entweder eine intermittirende Sensation, * oder eine in ihrem Charakter wechselnde Gehörsempfindung hervorzurufen. Wird hiernach noch Jemand in Zweifel sein können, dass bei den Erman'schen Experimenten, wo die Hand schon ohne Stromeseinwirkung eine nur unsichere Berührung der Elektrode mit der Wand des Gehörganges garantirte, und wo bei Abwesenheit eines „Moderators“ oder Rheostaten der angewendete Strom gleich bei der ersten Schliessung in ganzer Stärke einbrach, der sofort entstehende wenn auch erträgliche Stich, welcher sich während der Stromesdauer sehr bald steigern musste, eine Unstetigkeit, sei es in der Hand des sich selbst galvanisirenden Experimentators, sei es in der Haltung der Versuchsperson, und dadurch Stromesunterbrechungen hervorrufen musste, denen der Eindruck von „Rollen einzelner Kugeln“ entsprang?

Somit hoffe ich auch bei dem Erman'schen Versuch den Beweis geliefert zu haben, dass die Sensation Dichtigkeitsschwankungen des Stromes ihren Ursprung verdankte, und dass auch dieser Versuch nicht geeignet sei, den Satz von der Reaction des Hörnerven auf die Stromesdauer zu stützen.

Sollte ich bei diesen Auseinandersetzungen zu weitläufig gewesen sein, so ist dies hervorgegangen aus dem sehr natürlichen Bestreben, eine Meinung, welche mit der eines Forschers vom Range du Bois-Reymond's in Widerspruch steht, möglichst zu motiviren.

Ueber die mit sogenannten Rotationsapparaten angestellten Versuche R. Wagner's und E. Weber's habe ich in Hinweis auf meine mit inducirten Strömen angestellten Versuche, die ich oben beschrieben habe, nur zu erklären, dass solche Ströme zwar sehr schwierig, aber unter Beobachtung gewisser Cautelen dennoch eine unzweifelhafte Hörnervenerregung zu setzen im Stande sind, und ferner, dass ein Schluss von der Schwierigkeit oder Unmöglichkeit der Einwirkung inducirter Ströme auf eine gleiche Schwierigkeit der Einwirkung galvanischer Ströme heutigen Tages nicht mehr statthaft sein würde.

---

* Besonders günstig für das Gelingen ist eine ungleichmässige Durchfeuchtung der Wände des Gehörganges. Eine Versuchsperson erklärte hierbei das „Rollen eines zerbrochenen Rades“ zu vernehmen. Solche eminent charakteristische und durchsichtige Angaben erhält man bei behutsamer psychischer Behandlung der Versuchspersonen sehr häufig. Dieselbe Person liess ich ganz ruhig ihre Sensation beschreiben, wiederholte sie (der Versuch geschah in Gegenwart vieler Collegen) mehrere Male und beendigte den Versuch, nachdem ich annehmen durfte, dass die Vorstellung von der gehabten Sensation genügende Klarheit und Festigkeit erlangt habe. Auf die hierauf an ihn gestellte einfache Frage: „an welchem Theile war das Rad gebrochen?“ antwortete der Mann: „ja es war eigentlich nicht zerbrochen, sondern nicht fertig gemacht, denn es hatte nur Speichen.“

Die von Rotationsapparaten gelieferten Inductionsströme habe ich nicht in Gebrauch gezogen; es ist übrigens aus bekannten physikalischen Gründen zu vermuthen, dass ihre Leistungsfähigkeit in Betreff der Hörnervenreizung einige Verschiedenheiten darbiete von den von mir angewendeten Strömen aus DU BOIS-REYMOND'schen Schlittenapparaten.

Wenn ich nunmehr das Resultat der gegebenen kritisch-historischen Beleuchtung noch einmal zusammenfasse, so ist es dieses: Keiner der bisher angestellten Versuche ist fehlerfrei. In allen sind unbeabsichtigte oder in ihrer Eigenthümlichkeit nicht gewürdigte Unterbrechungen oder Dichtigkeitsschwankungen des ununterbrochenen Stromes ausschliesslich oder vorwiegend das reizende Moment gewesen. Bei VOLTA, RITTER und ERMAN lag die Quelle der Unterbrechungen in dem unstetigen Contact der metallischen Elektrode mit den Wänden des Gehörganges. Bei GRAPENGIESSER und Anderen, welche für Fixirung der mit angefeuchteter Leinwand umwickelten Elektrode im Gehörgange Sorge trugen, lag sie in der Unstetigkeit des Contactes der Glieder der Kette, welche ihnen als Zuleiter diente. Es war daher Keiner von diesen Beobachtern in der Lage, den Einfluss der ununterbrochenen Stromesdauer und der Unterbrechungen der Kette oder geringeren Stromesschwankungen erkennen und von einander unterscheiden zu können, und ebensowenig konnten sie klar werden über die von mir nachgewiesene Verschiedenheit in der Wirkung der verschiedenen Reizmomente des Stromes.

RITTER aber ist von Allen dem eigentlichen Thatbestand noch am Nächsten gekommen, und insbesondere ist seine bisher von der Physiologie bestrittene oder bezweifelte Angabe, dass durch den galvanischen Reiz eine deutliche Tonempfindung erzeugt werden könne, eine vollkommen begründete, wenn auch allerdings die Tonempfindung nicht die ausschliessliche Form und noch weniger die Empfindung eines in allen Fällen gleichen Tones es ist, in welcher der Hörnerv den elektrischen Reiz beantwortet.

Was die in neueren ärztlichen Schriften sich findenden Angaben über die elektrische Erregung des Gehörorganes betrifft, so scheint mir unter den Wenigen, deren Darstellung eingehend genug ist, um der Kritik zugänglich zu sein, die von dem Elektrotherapeuten ALTHAUS in London* die bedeutendste zu sein. Wenigstens hat derselbe eigene Versuche und mit positivem Resultate angestellt. Er vernahm, wenn er dieselben am eigenen Körper ausführte, den Ton „A".** Hätte er nur diese Angabe gemacht, so würde ich ihr den Werth eines vollkommen gelungenen Experiments bei-

* *Die Elektricität in der Medicin. Mit besonderer Rücksicht auf Physiologie, Diagnostik und Therapie.* Berlin 1860, p. 75—78.

** Da ALTHAUS (l. c., p. 76) den von RITTER vernommenen Ton $\overline{g}$ mit G bezeichnet, so nehme ich an, dass er mit seinem A das $\overline{a}$ gemeint hat.

legen, denn an sich ist sie in hohem Grade glaubwürdig und steht mit dem von mir Gefundenen im Einklang. Leider aber bin ich in der Lage, alles Uebrige, was er über die elektrische Reizung des Gehörorganes sagt, bestreiten zu müssen. Zunächst bezieht er den Vorgang auf elektrische Erregung des Trommelfelles und nennt den ganzen Versuch geradezu Elektrisation der *Membrana tympani*. Welche Vorstellung hierbei zu Grunde liege, ist mir nicht klar geworden. Die elektrische Erregung des Geschmackssinnes lässt er ebenfalls durch Elektrisirung der *Membrana tympani* entstehen,* obgleich er einige Zeilen später sie wiederum von Erregung der *Chorda tympani* ableitet. Es ist zu vermuthen, dass der Verfasser, da er der Binnenmuskeln des Ohres keine Erwähnung thut, die akustische Sensation auf dem Wege des Reflexes vom *Trigeminus* aus entstanden denkt. Denn was die durch elektrische Ströme erzeugte optische Reizerscheinung betrifft, so adoptirt auch er noch die Anschauung der alten Galvaniker, deren Irrthümlichkeit ich nachgewiesen zu haben glaube, dass dieselbe durch elektrische Reizung der Fasern des fünften Nervenpaares auf dem Wege des Reflexes zur Netzhaut zu Stande komme.** Ferner giebt ALTHAUS an, die Gehörsempfindung werde auf gleiche Weise durch inducirte wie durch galvanische Ströme erzeugt; beide Pole bewirken beim Schluss der Kette Gehörssensation, nur in verschiedener Stärke; und dieselbe halte während der ganzen Stromesdauer an; weder durch Veränderung der Stromesrichtung noch der Stromstärke werde die Höhe des vernommenen Tones afficirt.

Mit diesen Angaben steht, wie man sieht, das von mir Gefundene im Widerspruch.

Mit einer ausführlichen Erörterung der Polemik, welche eine von dem Herrn Dr. SCHWARTZE in Halle veröffentlichte Kritik *** zwischen diesem und mir hervorgerufen hat, wünsche ich diese Schrift nicht zu belasten.

Der Genannte erklärte meine Angaben ohne Ausnahme für falsch und fehlerhaft und belohnt meine Arbeit, der man sicher Fleiss und redlichen Willen nicht absprechen wird, mit der Veröffentlichung eines Ausspruchs, welcher die gröbste Ehrenkränkung enthält, die einem wissenschaftlich strebenden Manne angethan werden kann. Ich habe eine eingehende Erwiderung in VIRCHOW's *Archiv* (Bd. 31) gegeben, in welcher ich Punct für Punct der SCHWARTZE'schen Kritik sachlich widerlegt und gegen die Art seines Vorgehens ernstlichen Protest eingelegt habe. Eine Antwort hierauf ist nicht erfolgt. Hiernach wäre die Angelegenheit in wissenschaftlicher

* l. c., p. 75.

** l. c., p. 71

*** *Archiv für Ohrenheilkunde*, Bd. 1, Heft 1.

Beziehung als abgeschlossen zu betrachten, wenn nicht Herr Dr. SCHWARTZE durch gelegentliche Bemerkungen in späteren Aufsätzen sich bemühte, den Schein zu erwecken, als sei durch ihn die Frucht meiner Bemühungen als nichtig erwiesen und, wie er sich in der ihm eigenen geringschätzigen Weise ausdrückt, „abgethan“ Und zwar thut er dies bei Besprechung der Arbeiten Anderer, welche meine Angaben bestätigen, und er verschweigt, dass in diesen Arbeiten Beobachtungen enthalten sind, welche seine mir in absprechendstem Tone entgegengehaltenen Behauptungen als unrichtig erweisen. *

Ich bitte daher die Leser dieser Schrift, von der Kritik des Herrn Dr. SCHWARTZE sowie von meiner Erwiderung Kenntniss nehmen zu wollen. Ich halte die Letztere in allen Puncten aufrecht, sowohl was die sachlichen Beziehungen, als was die anderweitigen Motive meiner gegen Herrn Dr. SCHWARTZE ausgesprochenen Klagen betrifft. Ich vermisse in des Herrn Dr. SCHWARTZE Aufsatz die Achtung vor der redlichen Arbeit Anderer, welche die Pflicht eines jeden wissenschaftlichen Mannes ist und die Garantie bieten soll, dass Differenzen der Ansichten nicht den Ausdruck der persönlichen Ehrenkränkung annehmen.

Was nun aber die Berechtigung des Herrn Dr. SCHWARTZE betrifft, über meine Arbeit ein Urtheil zu fällen, so erlaube ich mir einige wenige von seinen Behauptungen hier anzuführen: Zunächst kennt er das Gebiet so wenig, dass er behauptet, ich sei der Erste, welcher galvanische Ströme zu diesem Zwecke in Gebrauch gezogen habe. Was die Technik betrifft, so hat er bei seinen „Controlversuchen“ sich um die von mir benutzten Vorrichtungen gar nicht gekümmert. Eine Norm der Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz hat er nicht aufzufinden vermocht und stellt, auf Grund seiner in dieser Beziehung erfolglosen Versuche, deren technische Fehlerhaftigkeit ich in meiner Erwiderung nachgewiesen habe, die wahrhaft monströse Behauptung auf, derselbe reagire regellos, „äusserst variabel“ sagt er, auf die Einwirkung dieses Reizes. Dies allein wird genügen, um dem Leser ein Urtheil über die Befähigung des Herrn Dr. SCHWARTZE zur Kritik dieser Arbeit zu begründen. Ich constatire, dass Herr Dr. SCHWARTZE meine Angaben ohne Ausnahme für falsch und

---

* Ich meine die Angaben der Herren SCHULZ und HAGEN. Nachdem SCHWARTZE meine Angabe über die Norm der Hörnervenreaction auf Grund seiner eigenen Versuche für falsch erklärt hat, behauptet er, die SCHULZ'schen Versuche bestätigten seine Anführungen. Dieser aber sagt: „Kein Sinnesnerv ist geeigneter, das PFLÜGER'sche Erregungsgesetz in Empfindungen auszudrücken, als der *Acusticus.*“ (*Wiener Wochenschrift*, 1865, p. 843). Es ist dies also eine buchstäbliche Wiederholung meiner Behauptung. Dem SCHWARTZE'schen Ausspruche gegenüber, dass meine Untersuchungsmethode diagnostisch vollkommen werthlos sei, hat HAGEN Diagnosen veröffentlicht, welche er mittels dieser ausgeführt hat. SCHWARTZE geht hierüber in seinen „kritischen“ Arbeiten mit Stillschweigen hinweg.

für diagnostisch, prognostisch und therapeutisch vollkommen werthlos erklärt hat; dass er ein Gesammturtheil über meine Beobachtungen gefällt hat, obgleich er thatsächlich von dem Inhalt meiner vorläufigen Mittheilungen mehrere und zwar hervorragende Theile zu prüfen vollkommen unterlassen hat; endlich dass er einige der von mir aufgestellten Sätze, deren Richtigkeit allein schon hinreichen würde, meine Arbeit vor dem Vorwurf der Werthlosigkeit zu schützen, desshalb in ihrer Bedeutung nicht würdigt, weil es ihm unbekannt ist, dass der Inhalt dieser Sätze die Beantwortung von Fragen bildet, welche bis jetzt offene oder sogar im entgegengesetzten Sinne beantwortete waren. Hierhin gehört vor Allem die Frage, ob es überhaupt möglich sei, den Hörnerven elektrisch zu reizen.

Was die Beobachtungen des Herrn Dr. Schulz in Wien betrifft, * so stehen seine leider spärlichen Angaben über die physiologische Norm der Hörnervenreaction auf den elektrischen Reiz mit meinen älteren Angaben nicht im Widerspruch und man kann in den von ihm referirten Reactionen meine Normalformel wohl wiedererkennen. Ich irre vielleicht nicht, wenn ich annehme, der genannte erfahrene und geschickte Elektrotherapeut würde diese allgemeine Uebereinstimmung nicht nur selbst mehr erkannt, sondern auch eingehender verfolgt haben, wenn er nicht unter dem hemmenden Eindrucke der Schwartze'schen Kritik gestanden hätte. Uebrigens kann ich die Versuche des Herrn Dr. Schulz als Controlversuche der meinigen nicht anerkennen, da auch er sich weder meiner Vorrichtungen noch meiner Methode der Untersuchung bedient hat. Herr Dr. Schulz hat vorzugsweise an Ohrenkranken operirt. Hierin erblicke ich den Grund, wesshalb er nicht im Stande gewesen ist, die pathologischen Reactionen zu analysiren und aus der physiologischen Norm zu entwickeln, sondern in vielen Fällen nur ein „Durcheinanderwirren" akustischer Sensationen wahrgenommen hat. Auf die Schärfe der mir möglich gewesenen Analyse solcher Reactionen, wie ich sie im zweiten Theile der Untersuchung geben werde, mache ich die Leser dieser Schrift ganz besonders aufmerksam.

Herr Dr. Schulz leitet übrigens (was auch Herr Dr. Benedikt ** thut,

---

* *Wiener medicinische Presse*, 1865, p. 579; *Archiv der Ohrenheilkunde*, Bd. II, Heft 2, p. 155, Referat des Herrn Dr. Schwartze.

** Während des Druckes dieses Buches kommt eine Schrift des Elektrotherapeuten Benedikt in meine Hände, welcher sich über die durch meine vorläufigen Mittheilungen bekannt gewordenen Angaben über die elektrische Reizung des Hörnerven äussert. Benedikt, in seinem Werke *Elektherapie*, Wien 1868, erkennt die Richtigkeit der von mir aufgestellten physiologischen Formel der Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz nunmehr ausdrücklick an, spricht sich aber eben so entschieden gegen die pathologische Bedeutung der von mir aufgefundenen Abweichungen von der Normalformel aus, „denn", sagt er, „es ist allgemein bekannt, dass normal reagirende Muskeln functionell erkrankt sein können und umgekehrt." Hierzu habe ich Folgendes zu sagen: Dass functionell erkrankte Muskeln keine Abweichung vom physiologischen Zuckungsmodus zeigen müssen, ist freilich vollkommen

welcher alle elektrische Erregung der Sinnesnerven schlechtweg aus Reflex herleitet) die Entstehung der akustischen Empfindung durch den elektrischen Reiz von Erregung der Hautnerven her und nennt die Operation cutane Galvanisation. Es soll hierdurch eine Mitempfindung im Hörnerven geweckt werden, indem die durch den Strom im Hautnerven erzeugten elektrotonischen Veränderungen auf jenen reflectirt werden. Die Vertheidigung dieser Anschauung muss ich ihm selbst überlassen.

Herr Dr. Politzer in Wien endlich hat den von mir mit galvanischen Strömen am Cadaver früher angestellten Versuch mit inducirten Strömen an Kaninchenleichen ausgeführt und gefunden, dass sehr starke Ströme dazu gehören, um Stromschleifen zum Hörnerven gelangen zu lassen. Weder er selbst noch der Herr Dr. Schwartze, welcher diesen Versuch referirt, erwähnen, dass dieses Ergebniss eine ganz vortreffliche Bestätigung meiner Angaben in Betreff der Wirkung inducirter Ströme auf den Hörnerven enthält. Uebrigens ist der Politzer'sche Versuch keineswegs einwandsfrei. Der Genannte ging nämlich von der auch von Schulz getheilten Ansicht aus, es sei eine besonders günstige Application des Stromes, wenn die eine Elektrode im Ohre, die andere auf dem *Processus mastoideus* ruhe. Man hat indessen aus meinen Versuchen gesehen, was aus physikalischen Gründen auch vorherzusagen war, dass um so weniger Stromschleifen zum Hörnerven dringen, je näher die Elektroden einander auf der Oberfläche des Körpers aufgesetzt werden.

Herr Dr. Politzer leitet ebenfalls die durch elektrischen Reiz erzeugten Gehörssensationen aus Reflexübertragungen vom *Trigeminus* her.

Wenn ich hinzufüge, dass Duchenne die elektrische Erregung des Gehörorganes von der Reizung der *Chorda tympani* herleitet, so ist die Reihe der von den verschiedenen Autoren gegebenen Erklärungen für die Entstehung der elektrisch-akustischen Empfindung nunmehr folgende: 1. Contraction der Binnenmuskeln; 2. Erschütterung des Kopfes durch die

richtig und jedem Anfänger in der Elektrotherapie bekannt. Dass aber gesunde Muskeln falsch auf den elektrischen Strom reagiren können, steht keinesweges fest, ja es ist, wie ich unten nachzuweisen versuchen werde, in hohem Grade bestreitbar. In Bezug auf den Hörnerven nun ist es mir nie in den Sinn gekommen, jemals zu behaupten, ein kranker Hörnerv müsse falsch auf den Strom reagiren. Wenn dagegen meine Aeusserung: „Die physiologisch richtige Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz sei die *conditio sine qua non* für dessen Gesundheit", von meinem früher erwähnten Kritiker Herrn Dr. Schwartze so verstanden worden ist, als sei damit gesagt, die Krankheit des Hörnerven müsse sich immer in fehlerhafter Reaction auf den elektrischen Reiz manifestiren, so beruht dies nur auf einer Versündigung gegen die Gesetze folgerichtigen Denkens, die ich bereits in meiner Erwiderung nachgewiesen und daselbst meinerseits auf die allgemein bekannte Thatsache hingewiesen habe, dass kranke Muskeln sehr häufig den vollkommen normalen Zuckungsmodus zeigen. Ich kann daher nur bedauern, dass Herr Dr. Benedikt, bevor er selbst ein Urtheil in der Sache aussprach, nicht genauere Kenntniss von dem vorliegenden literarischen Material genommen hat, ein Bedauern, welches ich bei Besprechung des motorischen Nerven zu wiederholen leider Veranlassung haben werde.

Schliessungsschläge; 3. Erregung der Hautfasern des *Trigeminus* und reflectorische Uebertragung des Reizes auf den Hörnerven; 4. Elektrisirung der *Membrana tympani*; 5. Elektrisirung der *Chorda tympani*.

Während des Druckes kommt noch ein Aufsatz des Docenten der Elektrotherapie Herrn Dr. Sycyanko in Charkow * mir zu Händen, in denen der Verfasser mit besonderer Beziehung auf einen Theil meiner vorläufigen Mittheilungen und auf Grund zahlreicher, an sich selbst, sowie an anderen Personen, Gesunden wie Kranken, angestellten Versuche folgenden Satz aufstellt: **

> „Die Wirkung des galvanischen Stromes auf den *Acusticus* ruft gar keine rein subjective Gehörssensation hervor, weder bei der Schliessung, noch bei der Oeffnung der Kette, weder bei der Einwirkung der Anode, noch der Kathode."

Ich bin dem Herrn Verfasser aufrichtig dankbar für die Publication dieses Satzes, denn er illustrirt, besser als ich es zu thun im Stande war, das, was bei bisherigen Beurtheilungen meiner Arbeit gar nicht berücksichtigt worden ist, nämlich dass selbst über die blosse Möglichkeit der elektrischen Hörnervenerregung bis jetzt nicht das Geringste feststand.

Es ist mir bei dieser Lage der Sache im höchsten Grade erfreulich gewesen, in dem Docenten der Ohrenheilkunde, Herrn Dr. R. Hagen zu Leipzig, einen Mann gefunden zu haben, welcher sich der Prüfung meiner bisher veröffentlichten Angaben nicht nur mit Eifer und Sachkenntniss, sondern auch mit Vorsicht und wohlwollender Achtung unterzogen hat. Die Ergebnisse seiner umfangreichen Erfahrungen, welche die meinigen ohne Ausnahme bestätigen, hat derselbe zum Theil in folgenden zwei Arbeiten, auf welche ich später wiederholt hinzuweisen Gelegenheit haben werde, veröffentlicht: *Praktische Beiträge zur Ohrenheilkunde* von Dr. R. Hagen. Heft I. *Elektro-otiatrische Studien.* Leipzig 1866. (Auch im Jahrgang 1866 der *Wiener med. Wochenschrift* erschienen.) — *Elektro-otiatrische Beobachtungen nach der Brenner'schen Methode. St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1867, Bd. XIII. Sitzungsprotocolle des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte vom 17. und 31. October 1867. Ich freue mich von demselben Verfasser baldige weitere Mittheilungen in Aussicht stellen zu dürfen.

---

* *Ueber die Wirkung des galvanischen Stromes auf das Gehörorgan. Deutsches Archiv für klinische Medicin*, von Ziemssen u. Zenker, Bd. III, Heft 6.

** l. c., p. 605.

UNTERSUCHUNG.

Pathologischer Theil.

Untersuchung der Einwirkung elektrischer Ströme auf das erkrankte Gehörorgan.

Einleitende Bemerkungen.

Was ich von der Unfertigkeit der Lehre, welche ich auf diesen Blättern zu begründen suche, früher gesagt habe, gilt von diesem und dem letzten Theile der Untersuchung ganz insbesondere. Da ich eine dauernde ohrenärztliche Thätigkeit selbst auszuüben niemals beabsichtigt habe, sondern vielmehr bei der Unternehmung dieser weit über ihren vermutheten Umfang hinausgewachsenen Arbeit nur den Zweck im Auge hatte, die Grundzüge einer auf entwickelte Technik und exact beobachtete Thatsachen basirten elektro-otiatrischen Methode aufzufinden oder ihre Auffindung anzubahnen, deren Ausbildung und Verbesserung aber dem einsichtsvollen Fleisse der Ohrenärzte von Fach zu überlassen, so bitte ich, das Folgende auch in diesem Sinne aufzunehmen.

Die Hoffnung, dass strebsame und gewissenhafte Ohrenärzte die grosse Anzahl neuer Thatsachen, welche zu Tage zu fördern mir im Laufe meiner Untersuchung geglückt ist, ihres eingehendsten Interesses für würdig halten würden, um so mehr, als dieselben einem Gebiete angehören, auf welchem die Leistungen der Ohrenheilkunde bisher fast Null gewesen sind; diese Hoffnung ist bereits in ausgedehntem Maasse in Erfüllung gegangen, und ich wage zu erwarten, dass dies noch in weiteren Grenzen der Fall sein, und ich nicht Gefahr laufen werde, die unerfreuliche Erfahrung zu wiederholen, dass man auf rohe, ja technisch fehlerhafte Controlversuche hin, es unternehme, die Thatsächlichkeit von Beobachtungen zu bestreiten, für deren Feststellung durch einzelne Collegen sowohl, als durch ganze ärztliche Versammlungen und Vereine ich, wie meine vorläufigen Mittheilungen nachweisen, vorsichtiger Weise Sorge getragen habe.

Auf das Bereitwilligste dagegen gebe ich die theoretische Deutung der von mir beobachteten Thatsachen der Discussion preis, und Alles, was

ich in dieser Beziehung mittheile, bitte ich zu betrachten als einen sich in Andeutungen genügenden bescheidenen Versuch, Erfahrungen in ein System zu bringen, welche ich auf einem Felde gewonnen, auf dem ich mich als Laie ansehe.

Ich habe bei meinen Untersuchungen mich der Beihülfe erfahrener und geübter Ohrenärzte zu erfreuen gehabt. Dieselbe ist mir durch Beschaffung reichen Beobachtungsmaterials, durch Controle der beobachteten Erscheinungen, durch Lieferung des otiatrischen Befundes von grösstem Nutzen gewesen. Nachdem ich mich überzeugt hatte, dass pathologische Zustände des Hörnerven, welche durch den elektrischen Strom nachweisbar seien, überhaupt vorkommen, fasste ich auch die Hoffnung, den genetischen Zusammenhang erkennen zu lernen, in welchem jene Zustände des Hörnerven mit gleichzeitig etwa vorhandenen anatomischen Veränderungen der nicht nervösen Theile des Organes ständen. Diese Hoffnung ist aber nur in höchst beschränktem Maasse in Erfüllung gegangen, und ich halte es behufs kritischer Schätzung des Folgenden für vortheilhaft, mich über die Ursachen dieses Umstandes und über die Stellung auszusprechen, in welche ich mich, gegenüber der gegenwärtigen Ohrenheilkunde, ganz wider meine ursprüngliche Erwartung und Absicht hineingedrängt gesehen habe.

Ich musste mich nämlich sehr bald überzeugen, dass in der weit überwiegenden Mehrzahl der zu meiner Beobachtung gekommenen Fälle die Erkenntniss eines zwingenden Zusammenhanges vorhandener anatomischer Veränderungen mit der Art und dem Grade der functionellen Störung, die Ausführung epikritischer Analyse der einzelnen Fälle, die sichere Begrenzung der anatomischen Veränderungen und die klare Erkenntniss ihrer genaueren Beschaffenheit meine Kräfte überstiegen. Hierzu kam ferner, dass ein negatives Resultat der otiatrischen Untersuchung gemäss der mir von den Ohrenärzten gegebenen Erläuterungen nicht nothwendig gleichbedeutend ist mit Abwesenheit anatomischer Veränderungen. So musste ich denn in der Mehrzahl der Fälle darauf verzichten, die etwaigen genaueren Beziehungen feststellen zu können, in welchen die von mir im Folgenden dargestellten pathologischen Anomalien der Hörnervenreaction auf den elektrischen Reiz stehen zu den ausserhalb des Nerven im Gehörorgane nachweisbar oder vermuthlich vorhandenen anatomischen Veränderungen, welche zweifellos häufig die Ursache des Nervenleidens sind.

Dies überlasse ich den Ohrenärzten von Fach, muss aber gleich hier, um nicht zu weit gehende Hoffnungen hervorzurufen, erwähnen, dass bei gleichem oder sehr ähnlichem otiatrischen Befunde sehr verschiedene, umgekehrt bei sehr verschiedenem otiatrischen Befunde dieselben oder sehr ähnliche Anomalien der Hörnervenreaction vorkommen, ein Verhältniss, welches auch Statt findet gegenüber der Functionsstörung des Organes

überhaupt. Sowie der Hörnerv im gesunden Zustande, den übrigen Theilen des Gehörorganes gegenüber, eine bis zu gewissen Grenzen selbstständige Existenz besitzt, so scheinen auch die in ihm auftretenden Krankheitsprocesse, die folgerichtig nichts Anderes sind als Aeusserungen dieses seines selbstständigen Lebens, gegenüber den krankhaften Vorgängen in anderen Theilen des Gehörorganes, eine gewisse Autonomie zu besitzen, welche freilich ebenfalls ihre Grenzen hat.

Auf diese Weise bin ich als Neuropatholog des Gehörorganes durch die Thatsachen in eine Stellung gedrängt worden, welche der anderweitigen Ohrenheilkunde gegenüber eine gewisse Selbstständigkeit und damit freilich auch eine durchaus nicht wünschenswerthe Isolirung besitzt. Möchte dem Streben einsichtsvoller Ohrenärzte die Ueberbrückung dieser trennenden Kluft gelingen.

Dass ich in der Wiedergabe des mir von den verschiedensten Ohrenärzten sehr detaillirt übermittelten anatomischen Befundes mir in einzelnen Fällen gewisse Beschränkungen erlaubt habe, wird in dem so eben Ausgesprochenen seine Erklärung finden. Der Hauptzweck dieser Arbeit ist der, die Ohrenärzte mit den von mir gefundenen elektro-pathologischen Thatsachen bekannt zu machen, in der Hoffnung, dass Jene über den Werth der Letzteren für eine Gesammtpathologie des Gehörorganes nicht zweifelhaft sein werden.

Nachdem ich über die Möglichkeit, den Hörnerven elektrisch zu reizen, klar geworden war und über die Art seiner Reaction auf diesen Reiz Erfahrungen gesammelt hatte, wandte ich mich an kranke Gehörorgane. Ich hatte dies nicht zu bereuen, denn ich musste mich sehr bald überzeugen, dass im Allgemeinen der elektrische Versuch sehr viel leichter an Kranken gelingt, als an Gesunden, und zwar ganz abgesehen davon, ob der Hörnerv an dem Krankheitsprocess Theil nimmt oder nicht. Der Grund liegt nahe. Ein mit Ohrenkrankheit behaftetes Individuum begiebt sich bereits mit einer gewissen Resignation in die Hände des Arztes. Es hat den Entschluss gefasst, sich an seinen Ohren Eingriffe von fremder Hand gefallen zu lassen, wozu der Gesunde viel weniger geneigt ist. Hierzu kommt noch, dass chronisch Ohrenkranke, und von Solchen ist ja hier fast ausschliesslich die Rede, von den vielfach frequentirten otiatrischen Ambulatorien her bereits sehr vertraut geworden sind mit otiatrischen Operationen; sie haben sich an die durchaus nicht angenehme Katheterisation, an die Einführung von fremden Körpern in den Gehörgang gewöhnt. Ausserdem aber, und das ist die Hauptsache, spricht der Hörnerv kranker Ohren in einer grossen Mehrzahl der Fälle viel leichter auf den elektrischen Eingriff an. Einer weitverbreiteten und althergebrachten Anschauung zu Folge, welche mir sowohl in der Literatur als im persönlichen Verkehre

mit Ohrenärzten vielfach entgegengetreten ist, pflegt man mit dem Begriff nervösen Gehörleidens eine Vorstellung von Torpidität des Hörnerven zu verbinden.* Meine Erfahrungen haben mich aber gelehrt, und ich glaube hierin einen Gewinn erblicken zu dürfen, dass die Zustände des Hörnerven bei Krankheiten des Gehörorganes in der Art, wie sie sich dem elektrischen Reiz gegenüber verhalten, in der weitaus grössten Mehrzahl das Gegentheil von Torpidität sind. Dieser Umstand, welcher eingehender erörtert und belegt werden wird, enthält denn auch den weiteren Grund, aus welchem der elektrische Eingriff bei Ohrenkranken leichter zu gelingen pflegt als bei Gesunden.

Im Jahre 1859 habe ich an motorischen Nerven eine Reihe pathologischer Abweichungen vom normalen Zuckungsmodus aufgefunden und die von mir beobachteten in einer Scala zusammengestellt.** Gefunden wurden diese Abweichungen, welche bis zur stricten Umkehrung des physiologischen Modus gehen, zunächst an solchen Lähmungen im Bereich des *Nerv. facialis,* welche die seitdem durch die Beobachtungen anderer Elektrotherapeuten allgemein bekannt gewordene Erscheinung geschwundener oder verminderter Elektrocontractilität bei erhaltener oder erhöhter Galvanocontractilität zeigen.*** Bald vermochte ich solche Abweichungen auch an anderen als Gesichtsmuskeln aufzufinden und habe darüber in der genannten Zeitschrift wiederholte Mittheilungen gemacht und durch Demonstrationen im allgem. Verein St. Petersburger Aerzte belegt.† Bestätigungen dieser Beobachtungen, welche ungezwungen an die bekannten beim absterbenden Froschpräparat vorkommenden Schwankungen des Zuckungsmodus erinnern, erfolgten (abgerechnet die neuerdings von Brückner und Ziemssen†† veröffentlichten Beobachtungen über das Vorkommen des oben genannten Symptomes bei anderen als Facialislähmungen) nicht.††† Aus diesem Grunde war es mir höchst erfreulich, in dem *Acusticus* einen Nerven zu finden, welcher sehr häufig in der Weise erkrankt, dass seine Reaction auf den galvanischen Strom eine Abweichung vom Normalmodus zeigt. Gerade die Häufigkeit dieses am motorischen

* Von dieser Voraussetzung geht offenbar auch die früher erwähnte verurtheilende Kritik aus, da sie meine Angaben über die Hyperästhesie des Hörnernerven ganz aus den Augen gelassen hat.

** *St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1862, Bd. III, p. 293.

*** Vergl. O. v. Grünewaldt, *Lähmungen des Nervus facialis. St. Petersb. med. Zeitschrift*, 1862, Bd. III, p. 330.

† Vergl. die Sitzungsberichte des genannten Vereins.

†† Siehe Ziemssen, *die Elektricität in der Medicin*, 3. Aufl., p. 87—95

††† Während des Druckes dieser Schrift gelangt ein Aufsatz von Dr. Erb (*Galvanotherapeutische Mittheilungen, Deutsches Archiv für klin. Medicin*, Bd. III, p 238 ff.) in meine Hände, aus welchem ich ersehe, dass derselbe eine Reihe einschlägiger Beobachtungen neuerdings gemacht hat. (l. c., p. 269.)

Nerven von mir verhältnissmässig nur selten aufgefundenen Symptomes machte mich bedenklich, und ich legte mir die Frage vor, ob eine solche Abweichung in der That von pathologischer Bedeutung sei. Zunächst war es indessen sehr begreiflich, dass Abweichungen vom Zuckungsgesetz (ich will der Kürze wegen auch beim Hörnerven diesen Ausdruck gebrauchen) beim Hörnerven öfter sich der Beobachtung darboten als beim Bewegungsnerven. Denn da der Letztere bei einer gewissen Stromstärke jedes der verschiedenen Momente des elektrischen Reizes mit Zuckungen beantwortet, welche sich nur quantitativ von einander unterscheiden, so liegt es auf der Hand, dass eine Abweichung vom Zuckungsgesetz hier viel weniger in die Augen springen kann, als dies beim Hörnerven der Fall ist, welcher unter normalen Verhältnissen einige der Reizmomente unbeantwortet lässt. Sehr nahe lag es nun, dass ich, um mich über die pathologische Bedeutung dieser Abweichungen zu vergewissern, einseitig Ohrenkranke der Untersuchung unterwarf. Hier machte ich nun so schlagende Beobachtungen, dass ich, wenigstens in den angedeuteten einzelnen Fällen, nicht ferner daran zweifeln konnte, dass der Abweichung die Eigenschaft eines Krankheitssymptomes zukomme.

Es blieb, um die so gewonnene Ueberzeugung zu befestigen, noch ein Mittel übrig. Ich musste nämlich Fälle aufzufinden versuchen, in denen das in Rede stehende Symptom mit der Krankheit des Organes verschwand. Solcher Fälle habe ich gefunden und werde sie im therapeutischen Theile dieser Schrift bringen. Zahlreich sind sie allerdings nicht und betreffen auch nicht sehr hochgradige Abweichungen vom Zuckungsgesetz. Denn Letztere signalisiren meinen Erfahrungen zu Folge meistens Unheilbarkeit, und die durch den elektrischen Strom zu erzielenden Heilungen sind bei sachverständigem und liebevollem Eingehen in die Behandlung zwar keineswegs so selten, als ich zu Anfang meiner Untersuchung, wo mir meist verzweifelte Fälle zur Behandlung kamen, glauben musste, aber so dicht gesäet, als die pathologischen Abweichungen selbst, sind sie freilich nicht.

Sollte der soeben skizzirte Gang der Beweisführung für richtig gelten dürfen, so würde, strengster Kritik gegenüber, noch immer der Nachweis fehlen, dass Abweichungen vom Zuckungsgesetz eine Erkrankung im Bereiche des Hörnervenapparates nicht nur anzeigen *können*, sondern dass aus ihrem Vorhandensein mit Nothwendigkeit und immer auf eine solche Erkrankung geschlossen werden *müsse*. Abgesehen davon, in wie weit die folgende Erörterung geeignet sei, diesen Punct der Entscheidung näher zu führen, wird man letztere von der zukünftigen Erfahrung erwarten dürfen.

Ich habe noch ein Wort zu sagen, um in Bezug auf den in Rede stehenden Punct die Selbstständigkeit meines Standpunctes als Arzt zu

wahren gegenüber etwaigen Einwürfen von rein physiologischem Standpuncte aus. Die von mir aufgestellte Normalformel der Hörnervenreaction enthält, wenn ich, der Laie in der Physiologie, mich nicht irre, die Angabe, dass in den der Anode entsprechenden Nervenparthieen keine von der Kathode aus bewirkte Erscheinung, in den von der Kathode beeinflussten keine der Anode entsprechende auftrete, d. h. dass in der unter dem Einflusse der Anode befindlichen Nervenstrecke kein Katelektrotonus, im Bereiche der Kathode kein Symptom des Anelektrotonus zur Erscheinung komme. Es scheint mir, dass dieser Satz ganz geeignet sein würde, Bedenken zu erregen, sobald er nämlich mit Bezug auf den Nerven als solchen ausgesprochen werden würde. Ich bin weit entfernt hiervon. Wie der Hörnerv auf den elektrischen Strom reagiren würde, wenn man ihn unter analogen Bedingungen dem Experiment unterwerfen könnte, als das Froschpräparat, hierüber besitze ich weder irgend eine Wissenschaft, noch ist es jemals meine Absicht gewesen, ein solches abstractes Gesetz der Hörnervenreaction aufzustellen. Was ich gesucht habe, ist die Art und Weise, wie der Hörnerv unter den gewöhnlichen verwickelten Verhältnissen, unter welchen er sich dem Arzte darbietet und unter welchen allein er für diesen zunächst ein Interesse hat, den elektrischen Reiz beantworte. Sehr möglich also, dass manche Momente der von mir aufgestellten Formel nicht auf Eigenthümlichkeiten des Nerven beruhen, sondern in anatomischen und physikalischen Nebenbedingungen begründet sind, dass also die Reaction des Hörnerven, wenn das Experiment dieser Nebenbedingungen entkleidet werden k ö n n t e, eine Modification erleiden würde. Dies zu entscheiden ist nicht die Aufgabe des Arztes, der sich nur gezwungen auf das Gebiet der physiologischen Forschung begiebt und sich hütet, einen Schritt weiter zu gehen, als wozu ihn dieser Zwang legitimirt.

Nun wäre es aber sogar denkbar, wenn auch nicht wahrscheinlich, dass die angedeuteten Nebenbedingungen so bedeutenden individuellen Schwankungen unterliegen, dass in Folge derselben die physiologische Formel der Reaction in seltenen Fällen Abweichungen zeigen könnte. Keine der bisherigen Beobachtungen berechtigt zu einer solchen Vermuthung; wäre sie dennoch gegründet, und fände sich in der Folge wirklich eine zuverlässige Beobachtung, dass ein gesunder und in normaler Umgebung befindlicher Hörnerv abweichend reagire, also etwa eine unzweifelhafte akustische Sensation bei Anodenschliessung Statt fände, so würde das eine von denjenigen Ausnahmen sein, welche die Regel bestätigen. Solcher Ausnahmen von der physiologischen Regel kennt die Medicin und kennt auch der Elektrotherapeut. Auf dem Gebiete subjectiver Empfindungen würden sie sogar weniger überraschen können, als irgendwo, aber desshalb die Augen zu schliessen vor der bewiesenen Regel, desshalb

einen Unglücklichen, der an seinem vornehmsten Sinne Einbusse erlitten hat, ununtersucht und unbehandelt lassen zu wollen, weil die Methode der Untersuchung und Behandlung ebensowenig eine absolute Sicherheit ihrer Grundsätze darbietet, wie alles ärztliche Können überhaupt, das wäre, denke ich, nicht nur theoretischer Eigensinn, es wäre Frevel an dem heiligen Berufe des Arztes. Ich habe diesen letzten Punct nur berührt, um nach allen Seiten hin diejenige Vorsicht auszuüben, welche der reichen und biegsamen organischen Natur gegenüber überall geboten ist, wo man von einzelnen Erfahrungen aus, seien diese auch zahlreiche, allgemeine Sätze ableitet.*

Was endlich die von mir nachgewiesenen Abweichungen vom Zuckungsmodus betrifft, so musste ich mir in analoger Selbstkritik wie bei der Beurtheilung des physiologischen Zuckungsmodus die Frage vorlegen, ob jene Abweichungen auf einer Erkrankung des Nerven oder auf pathologischer Aenderung anderer Theile, welche der Strom auf seinem Wege zum Nerven durchsetzen muss, beruhe. Wenn z. B. es sich gezeigt hätte, dass ein (durch Eiterungen, Caries u. dergl.) sehr verminderter Leitungswiderstand jedes Mal die Formel in einer gewissen Weise verändert, also z. B. AS-Reaction im Gefolge gehabt hätte, so würde die Vermuthung, dass eine solche Alteration des Reactionsmodus nicht nothwendig im Nerven selbst begründet sei, einigen Boden gewonnen haben. Es ist dies aber nicht der Fall, und bis jetzt bin ich nicht im Stande Erfahrungen anzugeben, welche die Unabhängigkeit der Aenderungen der Formel von Erkrankung des Nerven beweisen könnten.

Was ich in dem pathologischen und therapeutischen Theile dieser Untersuchung bringe, soll nicht durch die Zahl imponiren. Von gleichlautenden Beobachtungen aus meinen umfangreichen Protocollen habe ich daher in der Regel nur Eine wiedergegeben, in der Meinung, dass Eine aus gewissenhafter Beobachtung hervorgegangene positive Erfahrung durch noch so zahlreiche negative Erfahrungen nicht erschüttert werden könne.

* Um sich zu überzeugen, wie vorsichtig und kritisch man bei dem Notiren subjectiver Reizerscheinungen zu Werke gehen muss, stelle man einige Versuche der Reizung des Sehnerven an verschiedenen Personen an. Niemand ist über die elektrische Erregbarkeit des optischen Nervenapparates in Zweifel, noch auch darüber, dass verschiedenen Momenten des elektrischen Reizes verschiedene Quantitäten und Qualitäten der optischen Empfindung entsprechen. Nur wenige Versuche werden nöthig sein, um die Ueberzeugung zu befestigen, dass die Constatirung der genannten gesetzmässigen Erscheinungen ein grosses Geschick, grosse Uebung und die genaueste Sachkenntniss erfordern. Ohne dieselben wird der Versuch öfter misslingen als gelingen. Die elektrische Untersuchung leidender Sinnesorgane ist daher ein sehr subtiles Krankenexamen.

Krankheiten der nicht zum akustischen Nervenapparat gehörigen Theile des Gehörorganes.

Da ich die hier einschlägigen Beobachtungen schon im physiologischen Theile dieser Arbeit benutzt und angeführt habe, so werde ich mich sehr kurz fassen können.

1. Verstopfung des äusseren Gehörganges.

Ein ebenso häufiges als für die Ohrenärzte dankbares Leiden ist die Verstopfung des Gehörganges durch Ansammlungen von Ohrenschmalz. Es sind mir Fälle bekannt, wo Individuen, welche, aus diesem Grunde seit Jahren an Taubheit leidend, mit Hörröhren bewaffnet in das Ambulatorium des Arztes eintraten und geheilt von dannen gingen. Wenn dieses Ohrenschmalz einen das Lumen des Gehörganges füllenden trocken gewordenen Pfropfen bildet, so kann derselbe dem elektrischen Strome einen unüberwindlichen Leitungswiderstand darbieten, und bei derjenigen Applicationsart, wobei man eine in einem Trichter von Holz, Bernstein oder dergleichen fixirte drahtförmige Elektrode in den mit Wasser angefüllten vorderen Theil des Gehörganges einsenkt, welcher nicht vom Ohrenschmalz verstopft ist, gelingt in diesem Falle die Hörnervenerregung nicht.

Erste Beobachtung.

Ein sonst gesunder Mann ist auf dem linken Ohre in Folge eines solchen Pfropfens schwerhörig. Das rechte gesunde Ohr ergiebt bei *N N* 200 die Normalformel von dem mit Wasser gefüllten Gehörgange, bei *N N* 250 von der Wurzel des *Tragus* aus. Das linke Ohr zeigt die Normalformel vom letzteren Ansatzpuncte aus bereits bei *N N* 200, und die *Ka D*-Reaction hält länger an, als rechts. Bei Einführung des die drahtförmige Elektrode enthaltenden Bernsteintrichters in den mit Wasser gefüllten Gehörgang ist selbst bei gänzlicher Ausschaltung der Nebenschliessung keine akustische Empfindung zu erzielen. Wird dagegen eine mit feuchtem Zündschwamm umwickelte Elektrode in den Gehörgang geschoben, so erfolgt die Reaction in der bereits bezeichneten Weise bei *N N* 200. (Vermuthlich wäre hier auch eine etwas geringere Stromstärke genügend gewesen. Der Vergleich wurde nicht angestellt.)

Man sieht, es würde sogar möglich gewesen sein, den vor dem Hörnerven liegenden Leitungswiderstand durch die Application des Stromes zu erkennen. Was die leichtere und intensivere Reaction auf dem linken Ohre betrifft, so werde ich die Bedeutung dieses Symptomes später zu würdigen Gelegenheit haben. Für jetzt bemerke ich nur, dass die Schwerhörigkeit schon seit mehreren Monaten bestand, nach Entfernung des Fremdkörpers verschwand, und dass, als nach vier Tagen der elektrische Versuch wiederholt wurde, beide Ohren keinen Unterschied in der Reaction

zeigten. Dass die mit den Wänden des Gehörganges in Berührung gebrachte Schwammelektrode nicht den gleichen negativen Erfolg darbot, als die Trichterelektrode, erklärt sich von selbst.

Zweite Beobachtung.

Bei einem sonst ganz ähnlichen Falle, in welchem das Leiden erst seit kürzerer Zeit bestand, gelang es wegen grosser Reizbarkeit des Patienten nicht, die volle Formel herzustellen; indessen gab der Kranke doch mit Sicherheit eine Klangempfindung an, wenn bei *XV* 500 eine Wendung von der Anode auf die Kathode vorgenommen wurde. Ein Unterschied zwischen beiden Ohren liess sich nicht erkennen. Nachdem die Erregung des Hörnerven der kranken Seite mehrere Male von der Wurzel des *Tragus* aus vorgenommen worden war, wurde der Gehörgang mit Wasser gefüllt und der Trichter mit der Elektrode eingeführt. Es ist keine Reaction zu erzielen. Zur Controle wird der Versuch vom *Tragus* aus wiederholt; es tritt bei *Ka S* Klingen ein. Bei neuer Einführung des Trichters bleibt dasselbe wiederum aus. Jetzt schiebe ich die in dem Trichter eingeschlossene Elektrode vor und mache einige seitliche Bewegungen mit ihr. Nachdem dies einige Male wiederholt worden ist, erfolgt nunmehr bei *Ka S* Klingen, welches noch deutlicher wird, wenn vorher eine Schliessung in der entgegengesetzten Richtung vorherging. Dass die Ursache des schliesslichen Erfolges die Zertrümmerung und Durchfeuchtung des Fremdkörpers war, ist einleuchtend.

Dritte Beobachtung.

Bei einem gesunden Manne, welcher auf beiden Ohren die Normalformel in voller Deutlichkeit bei *XX* 280 angiebt, verstopfe ich den linken Gehörgang mittels eines aus Talg und Baumwolle gekneteten Pfropfens. Als das Experiment mittels der Trichterelektrode jetzt wiederholt wurde, zeigte sich dennoch die Reaction, aber nach mehrfachem Drücken und Pressen des in das Ohr eingeführten Körpers blieb sie in der That aus. Auch hiervon liegt die Erklärung wohl auf der Hand.

2. Atresie des äusseren Gehörganges.

Ich verweise auf den im zehnten Versuch des physiologischen Theiles dieser Arbeit benutzten Fall. Derselbe ist nach zwei Seiten hin lehrreich. Während die enorme Stromstärke von *XXX* vollen Elementen, deren Anwendung nur durch die besondere Unempfindlichkeit der Patientin möglich gemacht wurde, dazu gehörte, um eine, noch dazu zweifelhafte, Gehörssensation zu erzeugen, gelang dies, nachdem die callöse Fremdbildung im Gehörgange durchbohrt war, schon bei der ausserordentlich geringen Stromstärke von *I* Element. Dass aber die zur Erregung des Hörnerven erforderliche Stromstärke um so Vieles geringer war, als auf dem anderen Ohre, erklärte sich sehr wohl aus dem nach Excision der Fremdbildung constatirten Offenliegen der cariösen Paukenhöhle. In der Folge war ich im Stande, vor der jedesmaligen otiatrischen Untersuchung aus der Hörnervenreaction zu bestimmen, ob die Wunde sich bereits wieder verschlossen hatte, oder nicht.

3. Durchbohrung des Trommelfelles.

Die in dem so eben erwähnten Falle gewonnene Erfahrung bestimmte mich, den Einfluss der so häufig vorkommenden Trommelfellperforationen auf die elektrische Erregung des Hörnerven zu prüfen.

Vierte Beobachtung.

Zu diesem Zwecke wurde mir der bei Gelegenheit des zwölften Versuches im physiologischen Theile dieser Schrift erwähnte Kranke, an welchem man eine künstliche Perforation auszuführen beabsichtigte, zur vorherigen elektrischen Untersuchung vorgestellt. *X X* Elemente gehörten, wie dort bereits angeführt wurde, dazu, um eine schwache Klangempfindung bei *Ka S* hervorbringen; bei *A O* blieb dieselbe auch hier noch aus. Nach erfolgter Perforation genügte *I* Element, um die Normalformel in voller Deutlichkeit herzustellen, und bei *III* Elementen war die Sensation ausserordentlich intensiv; sie wurde beschrieben als ein sehr scharfes, aber nicht unangenehmes Klingen, gleich dem einer heftig angeschlagenen kleinen silbernen Tafelglocke. Dieser Klang wurde nicht nur im Ohre, sondern, wie sich der Patient ausdrüchte, „quer durch den ganzen Kopf“ gehört, und die Stelle mit der Hand bezeichnet (von einem Warzenfortsatze zu dem anderen).

Bekanntlich hält es schwer, das Zuheilen von künstlichen Trommelfellperforationen zu verhindern. Auch in diesem Falle bedurfte es mehrfacher Wiedereröffnungen und Aetzungen der Wundränder, um die Perforation definitiv offen zu erhalten. Da der Patient täglich zu mir kam, so vermochte nicht nur ich, sondern sehr bald auch der Patient selbst, an der Hörnervenreaction, nach der Leichtigkeit ihres Eintretens, sowie nach ihrer Intensität, mit Sicherheit zu beurtheilen, ob die Wunde sich bereits wieder geschlossen habe oder nicht. Die otiatrische Untersuchung bestätigte wiederholt meine Diagnose.

Nachdem ich mich bei einer Reihe von Durcheiterungen des Trommelfelles in der Beurtheilung der hierbei ausgeführten elektrischen Hörnervenreizung hinlänglich geübt zu haben glaubte, ersuchte ich die Herren Dr. Ockel, Dr. Glama und Dr. Wreden, meine diagnostische Leistungsfähigkeit in dieser Beziehung auf die Probe zu stellen. Dies geschah.

Fünfte Beobachtung.

Es wurden mir zu diesem Behufe sechs Kranke zur elektrischen Untersuchung vorgestellt. Bei der in Gegenwart der genannten Aerzte ausgeführten Untersuchung fand ich vier vorhandene Trommelfellperforationen mit vollkommener Richtigkeit auf. Eine derselben war bisher nur aus dem Vorhandensein pulsirender Eitermassen vermuthet worden. Entgangen war mir keine. *

Dass die Diagnose der Trommelfellperforation stets mit dieser Sicherheit auszuführen sei, will ich nicht behaupten. Später werde ich einen

* Vergl. die bestätigenden Beobachtungen des Dr. Hagen in acht Fällen von Trommelfellperforation. *Praktische Beiträge zur Ohrenheilkunde.* Heft I. *Elektro-otiatrische Studien*, p. 17 u. 18. Leipzig, 1866.

krankhaften Zustand des Hörnerven (Hyperästhesie) beschreiben, welcher, was die Reaction auf den Strom betrifft, grosse Aehnlichkeit mit der Trommelfellperforation darbietet. Wenn jener Zustand gleichzeitig mit letzterem Leiden besteht, so wird die Schwierigkeit der Diagnose dadurch erhöht (s. 10. Beob.). Auch bei alten abgelaufenen Trommelfellperforationen, wo längst keine Eiterung mehr besteht, mögen Aenderungen in dem bezeichneten Sachverhalt eintreten. Ich wiederhole übrigens, dass die Elementenzahl keineswegs einen absoluten Maassstab für die Stromstärke giebt. Es ist also das Gesagte nicht etwa so zu verstehen, als ob eine bestimmte kleine Elementenzahl Offenstehen der Paukenhöhle bezeichne. Selbst bei Bestimmung der Stromstärke durch die Tangentenboussole zeigen sich individuelle Verschiedenheiten.

Krankheiten des Hörnerven-Apparates.

Die Lebensbedingung eines jeden Organes ist der Wechsel zwischen Thätigkeit und Ruhe. Diesem Gesetze muss auch der Hörnerv unterworfen sein. So gewiss als der Muskel eines längere Zeit im Gipsverband gefesselten Gliedes atrophirt und paretisch wird, so gewiss wird auch der Hörnerv, wenn er durch Erkrankung der Leitungsapparate seines Lebensreizes, der mechanischen Erschütterung entbehrt, an seiner Integrität Einbusse erleiden. Glücklicherweise ist dieser so edle Nerv von der Natur mit einer grösseren Zähigkeit ausgestattet, als der Muskel, und er scheint die Entziehung und Verkümmerung des ihm nothwendigen Lebensreizes längere Zeit entbehren zu können, ehe so grobe Aenderungen seiner Struktur eintreten, dass sie durch die Hülfsmittel der pathologischen Anatomie nachgewiesen werden könnten. Ehe diese eintreten, gehen feine moleculäre Veränderungen in ihm vor, welche dem Messer und Mikroskop wahrscheinlich unzugänglich bleiben. Es giebt aber ein Reagens, solche feine Aenderungen in den Nerven des Körpers nachzuweisen, und dieses ist die Elektricität.

Die Elektricität ist ein Reiz für die Nerven, wodurch dieselben, wie durch alle anderen Reize auch, veranlasst werden, die ihnen eigenthümliche Thätigkeit auszuüben. Soweit unterscheidet sich kein Reiz, den Willensreiz eingeschlossen, von einem anderen. Nun kann aber die Fähigkeit, auf einen der mannigfaltigen Reize mit der Aeusserung der ihm eigenthümlichen Thätigkeit zu reagiren, in einem Nerven Einbusse erleiden oder ganz verloren gehen, während sie anderen Reizen gegenüber unverändert bestehen bleibt, oder sogar erhöht wird. Es ist zur Genüge

bekannt, dass es Zustände giebt, in denen der Nerv nicht mehr auf den Willen, wohl aber auf andere Reize, oder umgekehrt solche, in denen er nicht mehr auf äussere Reize, wohl aber auf den Willen reagirt. Solche Zustände gehören offenbar nicht der Gesundheit an, und es lässt sich nachweisen, dass der Verlust der Reactionsfähigkeit auf einen der verschiedenen Reize nicht ungemessene Zeiten hindurch bestehen kann, ohne den Verlust der Empfänglichkeit für andere Reize und hiermit gröbere Störungen nach sich zu ziehen. Die bekannte Thatsache, dass in einem gelähmten Bewegungsnerven die Fähigkeit, dem Impulse des Willens Folge zu leisten, sich wieder einfinden kann, ohne dass damit die ebenfalls verloren gegangene Elektrocontractilität sich wieder findet, ist von Elektrotherapeuten so gedeutet worden, als könne ein Nerv gesund sein, ohne die Reizempfänglichkeit für den elektrischen Strom zu besitzen. Ich kann die Richtigkeit dieses Satzes nicht einsehen. Das Leben und die Functionsfähigkeit eines Nerven besteht ja eben in der Fähigkeit, auf Reize zu reagiren; ein solcher Nerv, der dem Willen gegenüber functionsfähig, dem elektrischen Reiz gegenüber aber gelähmt ist, muss krank sein, und das Symptom seiner Krankheit, vielleicht das einzige Symptom, ist eben die Unfähigkeit der Lebensäusserung gegenüber dem elektrischen Reiz. Und dass eine solche Unfähigkeit nicht ungestraft bestehen, nicht ohne Gefahr von Recidiven des vorangegangenen Leidens andauern könne, dafür werde ich in der Folge Erfahrungen beibringen.

Ich behaupte demnach: Ein Nerv, welcher auf einen Reiz, der ihn physiologischer Weise zu einer Lebensäusserung veranlassen sollte, nicht oder in veränderter Weise reagirt, ist krank Die Krankheit eines Nerven äussert sich unter allen Umständen in veränderter Reizempfänglichkeit; es ist aber keineswegs nöthig zur Existenz von Krankheit, dass diese Veränderung der Reizempfänglichkeit allen Reizen gegenüber oder allen gegenüber in gleichmässiger Weise bestehe.

Auf den elektrischen Reiz angewendet wird dies nunmehr heissen: Ein Nerv, welchem die Fähigkeit verloren gegangen ist, auf den elektrischen Reiz mit einer normalen, oder mit einer Lebensäusserung überhaupt, zu antworten, ist krank, aber die Krankheit eines Nerven ist nicht nothwendig auch mit Veränderung seiner Empfänglichkeit für den elektrischen Reiz verbunden. Mit anderen Worten also: Die Fähigkeit, auf den elektrischen Reiz in physiologisch gesetzmässiger Weise zu reagiren, ist die *conditio sine qua non* für die Gesundheit eines jeden Nerven, so auch des Hörnerven.

Mit der Herstellung dieser verloren gegangenen Fähigkeit wird also zunächst ein einzelnes Symptom, eine Theilerscheinung der Krankheit weggeschafft, und es involvirt dies noch nicht nothwendig und unmittelbar die

vollkommene Genesung. Wenn also der Hörnerv z. B. durch anatomische Veränderungen im Leitungsapparate lange Zeit zur Unthätigkeit verurtheilt und hierdurch secundär erkrankt ist, und wenn sich diese Erkrankung in einer veränderten Reaction auf den elektrischen Reiz manifestirt, so wird, falls jene anatomischen Veränderungen unheilbar sind, die Wiederherstellung normaler elektrischer Erregbarkeit nicht nur die Gesammtkrankheit nicht zu bannen vermögen, sondern sie ist auch nicht einmal ohne Weiteres gleichbedeutend mit vollkommener Genesung des Nerven selbst; und sie wird, wenn die secundäre Erkrankung des Hörnerven die Functionsstörung des gesammten Organes merklich erhöhte, im günstigeren Falle diesen Theil des Leidens wegschaffen; wenn aber die anatomischen Störungen so bedeutend sind, dass eine secundäre Erkrankung des Nerven die Functionsstörung des Organes nur wenig zu vergrössern im Stande war, so wird die Heilung des Nerven — abgesehen von etwaigen anderweitigen durch die Krankheit des Nerven bedingten Leiden — einen grossen Nutzen nicht schaffen.

Es folgt ferner aus dem Obigen, da die normale Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz keineswegs die Gesundheit verbürgt, dass man in Fällen, wo aus anderen Gründen eine Erkrankung des Hörnerven vorausgesetzt werden darf, noch keineswegs mit zwingender Nothwendigkeit *a priori* auf eine Veränderung der Empfänglichkeit für den elektrischen Reiz wird schliessen dürfen.

In der Wirklichkeit stellt sich nun freilich in der Mehrzahl der Fälle die Sache etwas anders dar, als nach den so eben gegebenen, von der Vorsicht dictirten Erörterungen vermuthet werden könnte. Der Hörnerv ist ein so wichtiges Organ, hat eine so selbstständige Bedeutung für das Ganze und steht mit dem Centrum des Organismus in so engem Zusammenhange, dass eine Erkrankung desselben niemals gleichgültig sein kann, sondern in Wahrheit neue Leidenssymptome zu einer etwa schon vorhandenen Ohrenkrankheit hinzubringt. Diesem entsprechend wird denn auch, wenn eine Besserung oder Heilung des Nerven gelingt, damit ein merklicher Nutzen geschafft werden.

Und ferner: Trotz der dem Hörnerven innewohnenden Lebenszähigkeit ist er doch viel zu fein gebaut und an zu verwickelte Lebensbedingungen gebunden, als dass eine dauernde Beeinträchtigung seiner Function nicht Störungen seiner Integrität herbeiführen sollte. In der That bestätigen dies die von mir gemachten Erfahrungen in Bezug auf die elektrische Reizempfänglichkeit, und ich glaube aus diesem Grunde vorsichtig sein zu müssen gegenüber solchen Beobachtungen, welche bei langdauernden tiefen Gehörleiden normale elektrische Reizempfänglichkeit des Hörnerven angeben sollten.

1. Hyperästhesie des Hörnerven gegenüber dem elektrischen Reize.

Jedermann weiss, dass das Bouquet eines würzigen Weines am lebhaftesten beim ersten Glase, der Duft einer Rose am intensivsten empfunden wird, wenn man sie nach längerem Entbehren dieses Genusses das erste Mal zur Nase führt. Bei häufiger und schneller Wiederholung der genannten Eindrücke stumpft sich die Empfindung für dieselben in sehr bemerkbarem Grade ab. Der Grund hiervon ist der, dass der Geruchsnerv nur dann mit der ganzen Frische seiner Leistungsfähigkeit auf einwirkende Reize anspricht, sobald er sich desjenigen Wechsels von Thätigkeit und Ruhe zu erfreuen hat, dessen er, wie alle anderen Organe auch, zur Aufrechterhaltung seiner vollen Integrität bedarf. Derselbe Reiz, wenn er nach längerer Ruhe des Nerven einwirkt, wird lebhafter empfunden, als wenn er den Nerven schon kurz vorher in Thätigkeit gesetzt hatte. Die Ausdünstung eines Krankenzimmers fällt dem von Aussen Eintretenden in hohem Grade auf, während sie dem Insassen wenig oder gar nicht bemerkbar wird.

Wenn der Nerv durch häufige und anhaltende Reize in Anspruch genommen wird, so geräth er in den Zustand von Uebersättigung; werden ihm dagegen die ihm nothwendigen Lebensreize entzogen, so greift in ihm der Reizhunger Platz.

Nicht weniger deutlich ist die Gültigkeit dieses Gesetzes an anderen Sinnesnerven nachzuweisen. Der Sehnerv geräth bei Entziehung des ihm nothwendigen Lichtreizes ebenfalls in einen Zustand, worin er auf nunmehr ihn treffende Reize, seien es nun Lichtstrahlen, oder elektrische Ströme, oder mechanische Eindrücke, viel bereitwilliger antwortet, als sonst. Jedermann weiss, dass man bei längerem Aufenthalt im Dunkeln Gegenstände unterscheidet, welche man Anfangs nicht erkannte; dass im Dunkeln einfallende Strahlen des gewöhnlichen Tageslichtes heftige Blendungserscheinungen hervorrufen; dass Druckbilder und elektrische Lichtbilder im Dunkeln viel deutlicher sind als im Hellen.

Wenn diese durch Ruhe gesteigerte Reizempfänglichkeit lange andauert, so entwickelt sich Krankheit des Nerven; es treten zunächst feine, aber die Function wesentlich beeinträchtigende Störungen ein, in Folge deren ein nunmehr einwirkender Reiz nicht mehr in normaler Weise vom Nerven beantwortet wird, und endlich bilden sich auch gröbere trophische Aenderungen aus; es leidet die anatomische Structur. Wenn der Reizhunger des Nerven nicht befriedigt wird, so geht er zu Grunde, er verhungert.

Dass von diesem allgemeinen Gesetze der Hörnerv keine Ausnahme mache, ist schon von vorn herein mit Sicherheit anzunehmen. Thatsäch-

liche Beweise dafür glaube ich in denjenigen Beobachtungen erblicken zu dürfen, welche ich auf den jetzt folgenden Blättern mitzutheilen im Begriffe stehe. Dieselben betreffen die Hörnerven kranker Gehörorgane, und ich habe bereits erwähnt, dass deren elektrische Reizung in der grössten Mehrzahl der Fälle mit auffallender Leichtigkeit gelingt und einen ungewöhnlich intensiven Erfolg hat. Die Erklärung dieses Umstandes glaube ich in Folgendem sehen zu dürfen: Der Hörnerv, in seiner Function beeinträchtigt durch die so häufig vorkommenden Primärerkrankungen der schallleitenden Organe des Ohres, sieht die zur Erhaltung seiner Integrität nothwendigen Reize sich entzogen und geräth in den, durch die Hülfsmittel der Otiatrik und pathologischen Anatomie wahrscheinlich nicht, wohl aber sehr deutlich durch den elektrischen Strom nachweisbaren Zustand des Reizhungers, in welchem er auf schwache Reize, die den gesunden Nerven noch nicht erregen, schon bereitwillig mit einer Aeusserung seiner specifischen Energie antwortet. Dieser mit anatomischen Veränderungen im Nerven selbst noch nicht verbundene Zustand kann, wie es scheint, sehr lange andauern, ohne gröbere Störungen hervorzurufen. Nach längerem Bestehen treten weitere Aenderungen im Nerven ein, welche sich in einer nicht nur zu intensiven, sondern in einer zugleich perversen Reaction desselben auf den elektrischen Reiz äussern. Auch diese Veränderungen sind, wie sich aus den in der Folge anzuführenden Fällen von Heilung ergiebt, wohl noch nicht immer mit Störungen der anatomischen Structur verknüpft. Endlich aber werden ohne Zweifel auch anatomische Texturveränderung und damit anderweitige Störung der Lebensäusserung eintreten. In vortrefflichem Einklange mit diesen Anschauungen scheint mir Folgendes zu stehen: Es kommt, wie ich auf meine Anfrage von Ohrenärzten gehört habe, vor, dass Schwerhörige, deren Leiden einzig in der Verstopfung des Gehörganges durch verhärtetes Ohrenschmalz besteht, nach Entfernung desselben dennoch keineswegs sofort ihre normale Hörfähigkeit wieder erlangen. In Uebereinstimmung mit den obigen Ausführungen glaube ich dies so erklären zu müssen, dass der Hörnervenapparat, durch das ausser ihm vorhandene Hinderniss an der Ausübung seiner Thätigkeit gehindert, secundär erkrankt, und dass, ähnlich wie bei dem durch den Gipsverband geschwächten Muskel, diese Krankheit bei langer Dauer sich selbstständig weiter entwickelt und bis zu einem gewissen Grade Unabhängigkeit von der ursprünglichen Ursache gewinnt. Es ist mir gelungen, diese Erkrankung des Nerven durch den elektrischen Strom direct nachzuweisen. Bereits in der ersten Beobachtung führte ich einen Fall an, in welchem der durch einen Ohrenschmalzpfropf lange in seiner Thätigkeit beeinträchtigt gewesene Nerv leichter auf den elektrischen Reiz ansprach, als der Nerv des

gesunden Ohres der anderen Seite, während vier Tage später der bezeichnete Unterschied zwischen beiden Ohren verschwunden war. Ich suchte diese Beobachtung, welche ich nur gelegentlich gemacht, absichtlich zu wiederholen, und fand, nach mannigfachen negativen Versuchen bei Fällen des bezeichneten Leidens, folgenden Fall auf:

Sechste Beobachtung.

Vierzigjähriger Mann, seit Jahren auf dem rechten Ohre schwerhörig und mit subjectivem Sausen behaftet. Die Untersuchung ergiebt die Anwesenheit eines Ohrenschmalzpfropfens, welcher durch Ausspritzen entfernt wird Nach dieser Operation wird er mir zur Untersuchung zugeführt.

Auf dem linken Ohre zeigte sich bei *X X* 400 die Normalformel, bei *X X* 300 war die *A O*-Reaction zweifelhaft, und bei *X X* 200 blieb dieselbe entschieden aus, während die *Ka S*-Reaction noch in genügender Deutlichkeit auftrat.

Rechtes Ohr: *X X* 200 ergiebt nicht nur die Normalformel in grosser Deutlichkeit, sondern die Sensation, ein metallisches Klingen wie auch auf dem anderen Ohre, war hier von grösserer Intensität und hielt während *Ka D* und nach *A O* länger an, als links. *X X* 50 geben bei Wendungen von der Anode auf die Kathode noch deutliche Klangempfindung, während selbst bei *X X* 150 links jede Gehörssensation ausbleibt.

Eine Taschenuhr, welche links 16″ weit gehört wird, wird rechts nur 8″ weit vernommen.

Am anderen Tage untersuchte ich den Patienten wieder Das Sausen war verschwunden, die Hörweite rechts fast ebenso gross als links (eine kleine Differenz war noch vorhanden), und die Leichterregbarkeit des rechten Hörnerven war bedeutend vermindert, denn erst bei *X X* 150 und zwar mit Hülfe von Wendungen war *Ka S K* herzustellen.

Am dritten Tage war weder in der Hörweite noch in der elektrischen Reizempfänglichkeit ein Unterschied zu constatiren.

Viel häufiger, auffallender und mannigfaltiger zeigt sich die Hyperästhesie des Hörnervenapparates gegenüber dem elektrischen Strom in den verschiedensten Fällen anderweitiger chronischer Erkrankung des Ohres. Man kann mit Sicherheit darauf rechnen, in jedem frequenten Ambulatorium eines Ohrenarztes sofort einen oder mehrere Fälle der Art zu finden.

Ich habe folgende verschiedenartige Formen dieser interessanten Affection aufgefunden:

A. Einfache Hyperästhesie.

Ein von derselben befallener Hörnerv zeichnet sich zunächst dadurch aus, dass er auf viel geringere Stromstärken reagirt, als der Nerv eines gesunden Ohres, und die die *E* I bezeichnende Ziffer ist in Folge dessen niedriger. Die erzeugte Sensation ist von grösserer Intensität. Die

Dauer der Reaction bei den Momenten *Ka D* und *A O* ist viel länger, und bei einer mittleren Stromstärke nimmt die *Ka D*-Sensation kein Ende vor der Stromesöffnung. In Bezug auf diesen Punct ist ein gradweiser Unterschied zwischen den verschiedenen Fällen von Hyperästhesie sehr leicht zu bemerken. Während bei hochgradiger Entwicklung des Leidens es bei keiner wirksamen Stromstärke gelingt, durch langes Geschlossenhalten der Kette die *Ka D*-Sensation völlig abklingen, ja selbst nur sich merklich vermindern zu lassen, macht sich die unendliche Dauer dieser Empfindung in niederen Graden des Leidens nur bei verhältnissmässig höheren Stromstärken bemerklich, indem sie bei geringeren Stromstärken zwar lange anhält, aber schliesslich dennoch ein Ende nimmt, oder wenigstens so schwach wird, dass sie der Beobachtung entgeht. In letzterer Beziehung bietet sich, wie bereits früher erwähnt, in der Wendung auf die Anode ein bequemer Kunstgriff, um die Aussagen der Kranken zu controliren. Da nämlich die Anode bei der Kettenschliessung nicht nur keine Gehörssensation erzeugt, sondern eine von der vorhergegangenen Kathodenwirkung noch nachklingende sogar abschneidet, so werden die Kranken durch diese Wendung des Stromes in den Stand gesetzt, zu entscheiden, ob in der That vorher eine jede Gehörsempfindung bereits erloschen war, oder ob wirkliches Verstummen derselben erst jetzt eingetreten ist. Uebrigens hat *Ka O* denselben nur quantitativ geringeren Einfluss als *A S*. Entsprechen sich doch beide Momente auch in Bezug ihrer Wirkung auf den im physiologischen Normalzustande befindlichen Nerven. Sobald aber die Hyperästhesie einigermaassen hoch entwickelt ist, so genügt der momentane Einfluss der *Ka O* nicht, den Nerven verstummen zu lassen, und die Erregung überdauert in solchem Falle selbst die Oeffnung der Kette.

Auch gegenüber den Dichtigkeitsschwankungen bei ununterbrochenem Fliessen des Stromes bewährt sich die Leichterregbarkeit eines im Zustande krankhafter Hyperästhesie befindlichen Hörnerven. (Vergl. den 43. und 47. Versuch). Es bringt in einem Falle, in welchem dieses Leiden zu sehr hohem Grade entwickelt ist, eine jede Veränderung des Widerstandes der Nebenschliessung Gehörssensation hervor oder steigert eine solche schon vorhandene, sobald die Schwankung in demjenigen Sinne ausgeführt wird, welcher der Wirksamkeit der Ohrelektrode entspricht, d. h. anschwellend, wenn die Kathode, abnehmend, wenn die Anode dem Hörnerven näher ist. Nur bei sehr hohen Stromstärken wird, wie bereits früher gezeigt wurde, die Wirkung der Stromesschwankungen während *Ka D* geringer. Aus diesem Grunde gelingt es nur schwierig und mit Anwendung grosser Vorsicht, den Nerven aus *A D* auszuschleichen, ohne ihn zu erregen. Nur eine bedeutende Verringerung der Elementenzahl

oder die Ersetzung des Stöpselrheostaten durch einen nicht in Absätzen, sondern stetig zu verändernden Leitungswiderstand liessen mich in solchen Fällen diese Absicht erreichen. Bei hochentwickelter Hyperästhesie genügt selbst die durch ein geringes Verschieben der Einen von beiden Elektroden herbeigeführte Dichtigkeitsschwankung, um den Nerven zu erregen (31. Versuch). Ferner bewährt sich die Hyperästhesie auch gegenüber den zur Erregung des Nerven erforderlichen Ansatzpuncten der Elektroden und deren gegenseitiger Entfernung von einander. Es genügt nämlich bei hochentwickeltem Leiden, dass man die Kette schliesse zwischen einem beliebigen Puncte des Rumpfes oder der Glieder und einem beliebigen Puncte des Schädels, Antlitzes, ja selbst des Nackens und der oberen Hälfte des Halses, um, je nach der dem Ohre näheren Elektrode, entweder bei Schliessung oder bei Oeffnung, entweder bei anschwellenden oder bei abnehmenden Dichtigkeitsschwankungen Gehörssensation zu erzeugen.*

Was die Entfernung der beiden Elektroden von einander betrifft, so habe ich bereits nachgewiesen (vergl. den 26. Versuch), dass eine gewisse Nähe Beider die Erregung des Hörnerven unmöglich macht, weil die, eine Nebenschliessung bildenden, Bedeckungen des Nerven es verhindern, dass der Strom in diesem eine hinreichende Dichte erlange. Wenn nun der Nerv im Zustande der Hyperästhesie sich befindet, so können die Elektroden einander viel mehr genähert werden, ehe ein Ausbleiben der Reaction eintritt. Mitunter kann ein solches Ausbleiben überhaupt nicht erzielt werden. Sodann wird die Hyperästhesie des Hörnerven noch durch die Grösse und die Dauer der secundären und tertiären Erregbarkeit (vergl. den physiologischen Theil der Untersuchung pag. 127 ff.) charakterisirt. Die Grösse der secundären Erregbarkeit, d. h. des nach Einwirkung der Kathode zurückbleibenden Erregbarkeitszuwachses, bestimmt sich nach dem Abstande, welcher die die *E* I bezeichnende von der die *E* II bezeichnenden Ziffer trennt. Ganz ebenso bestimmt sich die Grösse der *E* III nach dem Abstande, welcher die sie bezeichnende von der die *E* II und *E* I bezeichnenden Ziffer trennt. Diese Abstände nun sind bei Hyperästhesie des Hörnerven grösser, als beim gesunden Hörnerven, und zwar steht die Grösse dieses Unterschiedes mit dem Grade der Hyperästhesie in geradem Verhältniss.

Während ferner beim gesunden Nerven die *E* II und *E* III schnell verschwinden, so zwar, dass schon nach wenigen Secunden eine *Ka S* bei derjenigen Ziffer der Stromesstärke, welche die *E* II bezeichnete, keine

* Vergl. die von mir im Verein St. Petersburger Aerzte ausgeführte Demonstration. *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. X. Sitzungsbericht vom 22. März 1866.

Gehörssensation mehr zu Wege bringt, hält die durch Einwirkung des Stromes erzeugte Exaltation im hyperästhetischen Nerven viel länger an, und man kann oft noch nach 30 und mehr Secunden bei Stromstärken, welche unter dem beim Beginne des Experiments zur Erregung des Nerven erforderlich gewesenen Minimum liegen, Gehörsempfindung hervorbringen.

Die Hyperästhesie des Hörnerven bewährt sich auch gegenüber dem Einfluss, den die Zeit hat, während welcher die Kette geschlossen oder unterbrochen wurde. (Vergl. den 32., 33., 34. Versuch.) Wird das Spiralrheotom so gestellt, dass bei der Kreisbewegung der Feder die Kette zu kurze Zeit geschlossen ist, um den im normalen Zustande der Erregbarkeit befindlichen Hörnerven in Thätigkeit zu versetzen, so gelingt dies am hyperästhetischen Nerven nicht nur bei dieser, sondern auch bei noch kürzerer Stromesdauer. Was die Dauer der Unterbrechung betrifft, welche zwischen einer Oeffnung und einer erneuten Schliessung der Kette ausgeführt wird, so ist, sobald wie hier nur von sehr kleinen Zeitgrössen die Rede ist, das Ergebniss des Versuches nicht immer mit gleicher Sicherheit herzustellen. Im Allgemeinen aber lässt sich, namentlich was die *A O*-Reaction betrifft, in hinreichender Deutlichkeit feststellen, dass bei abnehmender Dauer der Unterbrechungszeit die Erregung des hyperästhetischen Hörnerven sich länger bemerklich macht, als die des gesunden.

Werden die genannten Versuche am hyperästhetischen Hörnerven unmittelbar nach Herstellung der *E* II und *E* III angestellt, so stellen sich die soeben genannten Erscheinungen in noch höherem Grade dar.

Was endlich den Charakter der Sensation bei Hyperästhesie des Hörnerven betrifft, so ist derselbe meistens sehr bestimmt ausgeprägt, und beobachtungsfähige Patienten der Art sind mehr als andere Versuchspersonen geeignet, die Klangfarbe der vernommenen Töne, sowie die bei anwachsender Stromstärke etwa auftretende Scala der verschiedenen Gehörssensationen festzustellen.

Die im Bisherigen aufgezählten Eigenschaften der Hyperästhesie des Hörnerven sind sämmtlich bereits im physiologischen Theile der Untersuchung experimentell illustrirt worden. Ich habe daher den Leser auf die betreffenden Versuche zurückgewiesen.

Wie bereits erwähnt, ist die geschilderte Krankheit des Hörnerven eine ausserordentlich häufige, und die genannten Symptome können (allenfalls mit Ausnahme derjenigen Erscheinungen, welche mit Hülfe des Spiralrheotoms dargestellt werden) mit aller nur wünschenswerthen Sicherheit und Klarheit durch das Experiment nachgewiesen werden. Ich bitte daher Diejenigen, denen dieser Nachweis nicht gelingen sollte, ihre kritischen Zweifel zunächst gegen sich selbst, ihre Methode und Vorrichtungen zu richten. Es giebt Elektrotherapeuten, welche ihre Beob-

achtungen über die Wirkung elektrischer Ströme auf den Menschen in der Weise anstellen, dass sie die Schliessungen und Oeffnungen der Kette nicht im metallischen Theile des Schliessungsbogens ausführen, sondern durch Aufsetzen und Abheben der Elektroden bewerkstelligen. Auf Exactheit und Zuverlässigkeit kann dies Verfahren selbst bei den Muskeln keinen Anspruch machen, geschweige denn bei den Sinnesnerven, bei deren Reizung man sich leicht überzeugen kann, dass selbst im metallischen Theil des Schliessungsbogens die geringste Unregelmässigkeit, ein Rostfleck z. B., die Beobachtung zu trüben im Stande ist.

Aus den zahlreichen Beobachtungen über einfache Hyperästhesie des Hörnerven gegenüber dem elektrischen Reiz, welche meine Protokolle enthalten, will ich nur die drei folgenden anführen, welche ich im Verein St. Petersburger Aerzte experimentell demonstrirt habe:

Siebente Beobachtung.

A. M., 30jähriges Mädchen, rechts schwerhörig, mit Sausen behaftet. Trommelfell stark getrübt, verdickt, nach Innen gezogen, eine alte Perforationsnarbe zeigend Tubenpassage frei. Gehörgänge trocken Das linke Ohr hat annähernd normale Hörweite, kein Sausen, zeigt ausser einer unbedeutenden Trübung des Trommelfelles nichts Abnormes. Das Leiden besteht seit vielen Jahren.

Das linke Ohr ergiebt bei der elektrischen Untersuchung Folgendes: *

XX 10—290 *Ka S* —.

XX 300 *Ka S K.*	*XX* 400 *Ka S K.*
Ka D k >.	*Ka D K* >.
Ka O —.	*Ka O* —.
A S —.	*A S* —.
A D —.	*A D* —.
A O k.	*A O K.*

Also die Normalformel. Die primäre Erregbarkeit wird demnach notirt mit: *XX* 300 *Ka S K E*I. Die Sensation besteht in einem nicht näher zu beschreibenden metallischen Klingen. Nunmehr wird zur Feststellung der *E*II und *E*III geschritten

XX 300 *Ka S K.* — 10 Secunden lange *Ka D* ohne Gehörssensation.
290 *Ka S K.*
280 *Ka S k.*
270 *Ka S* —.
280 *Ka S* —.
290 *Ka S k.*

Die letzten fünf Kettenschliessungen dauerten jede nur eine bis zwei Secunden und folgten unmittelbar und ohne Zeitverlust auf einander. Die secundäre Erregbar-

* Ich wiederhole, dass die Elementenzahl keine sichere Anschauung der Stromstärke giebt. Auch hier, wie in anderen Fällen, lieferte die Batterie einen nur schwachen Strom. Schwache Batterien sind überhaupt bequemer zum Studium der Erscheinungen sowohl, als zur Behandlung.

keit wird notirt als *XX* 280 *Ka S k E*II^{20}. Die drei letzten Kettenschliessungen zeigen aber, dass die *E*II sofort abnimmt und schnell verschwindet. In der That ergiebt sich, als ich nach Verlauf von etwa einer halben Minute den Versuch wiederhole, dass ich jetzt wieder bis *XX* 300 *Ka S* aufsteigen muss, um Klangempfindung hervorzurufen. Es wird von Neuem *XX* 280 *Ka S k* hervorgerufen und dann wie folgt fortgefahren:

XX 270 *Ka S* —.
A S —.
A D —. 5 Secunden.
A O —.
Ka S K.
260 *A S* —.
A D —. 5 Secunden.
A O —.
Ka S k.
A S —.
A D —. 10 Secunden.
A O —.
Ka S K.

XX 260 *Ka S k E*III^{20,20} bezeichnet also die tertiäre Erregbarkeit.

Auch diese zeigte sich bei sofort angestellter Wiederholung des Versuches erloschen.

Wesentlich anders gestalten sich die Reactionen auf dem nunmehr in die Kette genommenen rechten Ohre:

XX 10—100 *Ka S* —.
XX 110 *Ka S Z.* (Zischen.)
120 *Ka S Pf.* (Pfeifen.)
130 *Ka S Pf.*
140 *Ka S Fl.* (Flötenton.)
150 *Ka S K.* (Klang einer Schlaguhr.)

Hier fand sich also zunächst eine Scala von ungewöhnlich grosser Gliederzahl und sehr bestimmt ausgeprägtem Charakter der Sensation. Als ich auf Verlangen anwesender Collegen einzelne Kettenschliessungen bei verschiedenen Stromstärken wiederholte, wurde ohne Ausnahme mit grosser Bestimmtheit diejenige Sensation angegeben, welche, gemäss der notirten Scala, der gewählten Stromstärke entsprach.* Ich konnte hier also auf Verlangen zu jeder Zeit jede der notirten Gehörsempfindungen hervorbringen. Der „Flötenton" wurde so deutlich als solcher erkannt und war zu gleicher Zeit so angenehm, dass die Patientin beim Auftreten desselben stets einer grossen Heiterkeit Ausdruck verlieh. Der Uhrenklang wurde, besonders, wenn die Stromstärke noch erhöht wurde, der Angabe der Patientin nach, nicht, wie die übrigen Empfindungen, in den Ohren, sondern in der ganzen rechten Kopfhälfte vernommen und erstreckte sich bei hohen Stromstärken auch in die andere Kopfhälfte. Die Patientin bezeichnete mit der Hand die Stellen des Schädels, unter welchen sie den Klang zu vernehmen glaubte.

* Wenn man nach sehr langer Pause in einem solchen Falle eine erste Kettenschliessung ausführt, so kann es geschehen, dass zunächst eine in der Scala niedriger stehende Sensation auftritt, die sich aber bei wiederholten Schliessungen zu der bei dieser Stromstärke gemäss den früheren Erfahrungen erwarteten Empfindung erhebt.

Das Zeichen der *E* I des rechten Ohres ist: *X X* 110 *Ka S Z E* I.

Die *E* II wird wie folgt festgestellt:

X X 110 *Ka S Z.* — 10 Secunden lange *Ka D* bei nicht endender Gehörsempfindung.
100 *Ka S Z.*
90 *Ka S Z.*
80 *Ka S Z.*
70 *Ka S Z.*
60 *Ka S Z.*
50 *Ka S* undeutliche Reaction.

Also: *X X* 60 *Ka S Z E* II^{50} ist das Zeichen der secundären Erregbarkeit.

Zur Feststellung der *E* III wird fortgefahren wie folgt:

X X 50 *Ka S* —.
A S —.
A D —. 5 Secunden.
A O z.
Ka S Z.

X X 40 *A S* —.
A D —. 5 Secunden
A O z.
Ka S Z.

X X 30 *A S* —.
A D —. 5 Secunden.
A O z.
Ka S Z.

X X 20 *A S* —.
A D —. 5 Secunden
A O —.
Ka S Z.

X X 10 *A S* —.
A D —. 5 Secunden.
A O —.
Ka S —.

X X 10 *A S* —.
A D —. 10 Secunden.
A O —.
Ka S undeutlich.

Die tertiäre Erregbarkeit bezeichnet sich also mit: *X X* 20 *Ka S Z E* $III^{50, 40}$.

Nach Ablauf einer halben Minute wurde *X X* 40 *Ka S* noch mit Zischen beantwortet; nach einer weiteren halben Minute erschien dieselbe Sensation noch bei *X X* 80 *Ka S*, uud erst uach Ablauf von einigen Minuten zeigte sich die durch die notirten Acte erzeugte Exaltation des Nerven erloschen, so dass wiederum *X X* 110 *Ka* S nöthig war, um Gehörssensation hervorzubringen.

Es war hierdurch sehr deutlich festgestellt, dass sowohl die ursprüngliche Erregbarkeit, als auch die durch Einwirkung des Stromes herbeigeführte Erhöhung derselben auf dem kranken Ohre viel grösser waren als auf dem gesunden, und viel länger anhielten.

Gegenüber der Einwirkung von Dichtigkeitsschwankungen bei nicht unterbrochener Kette liess sich mit gleicher Sicherheit ein Unterschied zwischen beiden Ohren feststellen. Es ergab sich nämlich Folgendes:

Linkes Ohr.	Rechtes Ohr.
X X 400 *A D* 300 —.	*X X* 400 *A D* 300 *Z.*
400 *A D* 200 —.	400 *A D* 200 *Z'.*
400 *A D* 100 *k.*	400 *A D* 100 *K.*

Dass die Sensation während *Ka D* auf dem rechten Ohre keiu Ende vor der Oeffnung der Kette nahm, wurde schon notirt. Bei *X X* 300, 400, 500 schnitt *Ka O* die Empfindung ab. Bei höheren Stromstärken dagegen überdauerte die Gehörsempfindung die Kettenöffnung, und es musste *A S* zu Hülfe genommen werden, um dem Nerven Stillschweigen aufzuerlegen. *A O* erzeugte dann wieder eiue ziemlich lange

anhaltende akustische Empfindung, welche nur dann gänzlich vermieden werden konnte, wenn der Oeffnungsreiz durch allmähliche Verminderung des Widerstandes der Nebenschliessung umgangen wurde.

Es stellte sich hiernach die Reactionsformel des rechten Ohres folgendermaassen heraus:

$$
\begin{array}{ll}
XX\ 110 & Ka\ S\ Z'. \\
 & Ka\ D\ Z\ \infty \\
 & Ka\ O\ —. \\
 & A\ \ S\ —. \\
 & A\ \ D\ —. \\
 & A\ \ O\ Z >
\end{array}
$$

Bei höheren Stromstärken änderte sich der Charakter der Sensation in der oben notirten Weise, und es blieb die *A O*-Reaction gemäss der ihr innewohnenden Eigenthümlichkeit (vergl. Versuch 21, 22, 23) bei wachsender Stromstärke vor der *Ka S*-Reaction gern auf niederen Stufen der Scala zurück. Es ergab sich z. B.,

$$
\begin{array}{llll}
XX\ 150 & Ka\ S\ K. & XX\ 180 & Ka\ S\ K'. \\
 & Ka\ D\ k\ \infty. & & Ka\ S\ K\ \infty. \\
 & Ka\ O\ —. & & Ka\ O\ —. \\
 & A\ \ S\ —. & & A\ \ S\ —. \\
 & A\ \ D\ —. & & A\ \ D\ —. \\
 & A\ \ O\ Fl >. & & A\ \ O\ K >.
\end{array}
$$

Was die Ansatzpuncte der Elektroden betrifft, so konnte man am linken Ohre die Ohrelektrode mit Erfolg nur in den Gehörgang, an den Rand ihrer Mündung, bei hohen Stromstärken auch auf den *Proc. mastoideus* placiren. Auf dem rechten Ohre aber gelang die Erregung des Hörnerven mit Leichtigkeit von allen Puncten in der Umgebung des Ohres, von der Schlafe und rechten Stirnhälfte aus.

Wenn man am linken Ohre die zweite Elektrode in der Nähe der Ohrelektrode aufsetzte, z. B. jene auf den *Proc. mastoideus*, diese auf die Müudung des Gehörganges, so gelang die Erregung nicht, oder nur bei unleidlich hohen Stromstärken. Auf dem rechten Ohre dagegen entstand nicht nur bei dieser Stellung eine Reaction, und zwar im Sinne der dem Hörnerven näheren Elektrode (vergl. Versuch 31), sondern es konnte sogar, wenn man das Ohrläppchen zwischen heide Elektroden klemmte, bei erträglicher Stromstärke eine Gehörsempfindung bei *Ka S* und *A O* hervorgerufen werden.

Das Experiment mit dem Verschieben der Elektroden gelang nicht auf dem linken, wohl aber auf dem rechten Ohre gemäss dem früher nachgewiesenen Gesetze (vergl. Versuch 31).

Man sieht, es war dies einer von den häufigen Musterfällen von Hyperästhesie, welcher indessen dadurch besonders instructiv wurde, dass das Leiden nur einseitig bestand, was ich zu beobachten allerdings weniger häufig Gelegenheit gehabt habe.

Achte Beobachtung.

D. M., 40jähriger Officier, beiderseitiger chronischer Katarrh der Paukenhöhle, welche mit Schleimmassen erfüllt ist. Schwache Trommelfelltrübungen auf beiden Seiten. Schwerhörigkeit mit Ohrensausen heftigen Grades. Das Leiden besteht schon lange. Der Kranke ist seit einiger Zeit mit Luftdouchen behandelt worden, wodurch die Hörfähigkeit merklich, das Sauseu nicht gebessert worden ist.

Die elektrische Untersuchung ergiebt auf beiden Seiten gleich hochgradige einfache Hyperästhesie.

Die Formel der Reaction ist folgende:

$$X\,X\ 90\ Ka\ S\ K'.$$
$$Ka\ D\ K\ \infty.$$
$$Ka\ O\ —.$$
$$A\ \ S\ —.$$
$$A\ \ D\ —.$$
$$A\ \ O\ k >.$$

Bei $A\ S$ hört das Sausen in dem behandelten Ohre sofort und vollständig auf, tritt während $A\ D$ nicht wieder ein, wohl aber, und zwar in gesteigertem Maasse, nach $A\ O$.

Neunte Beobachtung.

D. R., 45jähriger Beamter. Mässige Schwerhörigkeit mit Ohrensausen seit drei Jahren. Keine Spur nachweisbarer anatomischer Veränderungen. Der Kranke hat im Verlauf des letzten Jahres dreimal an Augenmuskellähmungen (einmal war rechts, zweimal links der *Musculus rectus externus* insufficient) gelitten, welche der Behandlung mit dem Batteriestrom bald wichen. Verdacht auf centrale Ursache des Leidens, wofür indessen anderweitige positive Beweise nicht aufgefunden werden können.

Beiderseitige einfache Hyperästhesie des Hörnerven in der Formel:

$$X\,X\ 50\ Ka\ S\ K'$$
$$Ka\ D\ K\ \infty.$$
$$Ka\ O\ —.$$
$$A\ \ S\ —.$$
$$A\ \ D\ —.$$
$$A\ \ O\ K >.$$

Das subjective Sausen wird durch $A\ D$ herabgesetzt, durch $A\ O$ nicht merklich erhöht, schweigt aber nach häufig in beiden Stromesrichtungen wiederholten Kettenschliessungen für eine halbe bis ganze Stunde fast gänzlich.

Aus diesen drei Beobachtungen ergiebt sich also zunächst, dass die einfache Hyperästhesie des Hörnerven sowohl bei anatomischen Veränderungen der Leitungsorgane verschiedenen Grades, als auch da vorkommen kann, wo solche Veränderungen nicht nachgewiesen werden können. Ferner kann sie sowohl doppelseitig als einseitig vorhanden sein. Letzteres ist in meinen Beobachtungen aber nur selten der Fall gewesen. Häufiger hingegen fand ich die Hyperästhesie auf den beiden Ohren in einem nachweisbar verschiedenen Grade entwickelt, und in der Mehrzahl solcher Fälle konnte man nachweisen, dass auf derjenigen Seite, auf welcher die grössere Hyperästhesie bestand, entweder die vorhandenen anatomischen Veränderungen oder die Störungen der Hörfunction oder Beide zugleich in höherem Grade entwickelt waren, oder endlich, dass das Leiden auf der betreffenden Seite seit längerer Zeit bestand als auf der anderen Seite. In einigen Fällen liess sich ein solcher Nachweis allerdings nicht führen.

Es geht ferner aus den angeführten Beobachtungen hervor, dass die Hyperästhesie des Hörnerven gegenüber dem elektrischen Reiz gleichzeitig mit subjectiven Gehörssensationen oder ohne solche bestehen kann. Letzteres ist in meinen Beobachtungen der bei Weitem seltnere Fall. In der für die einfache Hyperästhesie gegebenen Formel liegt die Möglichkeit der Differentialdiagnose dieses Zustandes von Verminderung des Leitungswiderstandes wie z. B. bei Trommelfellperforationen.

Ueber die verschiedenartige Einwirkung des elektrischen Stromes auf die subjectiven Gehörsempfindungen, wofür sich in den angeführten Beobachtungen ebenfalls bereits Andeutungen finden, wird später ausführlicher die Rede sein.

Was die Zeit des Bestehens und den Grad des Ohrenleidens in denjenigen Fällen betrifft, in welchen der Hörnerv die einfache Hyperästhesie zeigt, so habe ich aus zahlreichen Beobachtungen die allgemeine Anschauung gewonnen, dass dieser Zustand des Hörnerven in um so höherem Grade entwickelt ist, je bedeutender oder je älter das zu Grunde liegende Ohrleiden ist. Im Allgemeinen kommt die einfache Hyperästhesie nicht bei sehr hochgradigen und sehr alten Gehörleiden vor. Bei diesen pflegt das Verhalten des Hörnerven dem elektrischen Reiz gegenüber ein wesentlich anderes zu sein. Es zeigen sich in solchen Fällen die sub *B*. dargestellten Erscheinungen.

Zehnte Beobachtung.

Es wird mir zur Prüfung meiner elektrodiagnostischen Leistungsfähigkeit vom Dr. Ockel ein Mann mit Atresie des rechten äusseren Gehörganges ohne weitere Erläuterungen vorgestellt. An der Stelle des *Porus auditorius externus* zeigt sich eine normal gefärbte Hautdecke, welche mit den Bedeckungen der Ohrmuschel in ununterbrochenem Zusammenhange steht.

Ohne weitere Untersuchungen vorzunehmen, applicire ich den elektrischen Strom und finde Folgendes:

Gesundes Ohr. Elektrode *A* im Gehörgange, *B* im Nacken.

XX 2100 E I.
XX 2000 E II$^{100.}$
XX 1900 E III$^{100,\,100.}$

Die E II und E III verschwinden mit äusserster Schnelligkeit; die $A\ O$-Reaction ist überhaupt sehr schwach entwickelt. Wenn B in eine Hand wanderte, blieb bei der genannten Stromstärke die Reaction des Hörnerven aus.

Krankes Ohr. Elektrode *A* auf dem den Gehörgang verschliessenden Gewebe, *B* im Nacken.

XX 200 E I.
XX 140 E II$^{60.}$
XX 20 E III$^{60,\,120.}$

Die Formel war folgende:

Ka S K', scharf durch den Schädel dröhnend.
Ka D K ∞ oder doch sehr lang gezogen.
Ka O —.
A S —.
A D —.
A O k, nicht merklich lang gezogen.

Wenn *B* in die Hand wanderte, verlor die Sensation nur wenig an Intensität.

Wenn dagegen *B* im Nacken verharrte, während *A* der Reihe nach an verschiedenen Stellen in der Umgebung des Ohres aufgesetzt wurde, war eine sehr bedeutend höhere Stromstärke zur Erregung des Hörnerven erforderlich, und die Sensation erreichte nicht die frühere Intensität.

Ich stellte demnach folgende Diagnose:

1. Erworbene Atresie, und zwar vor nicht sehr langer Zeit erworben.
   Grund: Bei alter oder angeborener Atresie würde die Hyperästhesie des Hörnerven, welche sich nur angedeutet zeigt, hoch entwickelt sein.
2. Die Atresie besteht nicht in einem dicken callösen Gewebe (vergl. den 10. Versuch), sondern in einer dünnen Haut.
   Grund: Die leichte, nicht allein auf Hyperästhesie des Nerven zurückzuführende Erregbarkeit.
3. Das Trommelfell ist perforirt oder fehlt ganz.
   Grund: Die enorme Differenz der Erregbarkeit zwischen beiden Ohren ohne einen entsprechenden Grad von Hyperästhesie des Nerven der kranken Seite; das charakteristische Dröhnen durch den Kopf; die Schärfe des vernommenen Klanges; und endlich der Umstand, dass die Leichtigkeit der Erregung nur von dem *Porus auditorius externus* aus gilt, nicht aber von der nächsten Umgebung des Ohres, was nicht der Fall sein würde, wenn Hyperästhesie des Nerven der alleinige oder vorwiegende Grund der Leichterregbarkeit wäre.

Die Richtigkeit des ersten Punctes meiner Diagnose wurde mir sofort bestätigt. Die hierauf von den Dr. Dr. Ockel und Glama vorgenommene operative Exploration ergab: dünnen membranösen Verschluss des Gehörganges, Verlust des Trommelfelles und der Gehörknöchelchen, Caries der Paukenhöhle.

Ich wünsche an dieser Stelle noch einer interessanten und diagnostisch wichtigen Erfahrung Erwähnung zu thun, welche sich auf eine ansehnliche Reihe von Beobachtungen gründet. Der Gegenstand dieser Erfahrung ist die von mir aufgefundene Coincidenz central oder intracraniell bedingter paretischer oder paralytischer Störungen im Bereich des Sehorganes, wie Accommodationsparese, Insufficienzen und Lähmungen von Augenmuskeln, auch Mydriasis, mit abnormer Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Strom.* Diese pathologische Reaction des Hörnerven trat in der weitaus grössten Mehrzahl der achtzehn von mir bis jetzt beobachteten Fälle in Form der „einfachen

* Vergl. meinen demonstrativen Vortrag über diesen Gegenstand in der *St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1867, Bd XII, Sitzungsbericht vom 7. März 1867.

Hyperästhesie“ auf; ich habe aber in einigen Fällen auch noch andere Abweichungen von der Normalformel aufgefunden und werde einen sehr lehrreichen Fall der Art, in welchem ich die keineswegs vermuthete centrale Natur des Leidens aus der coincidirenden pathologischen Reaction des Hörnerven zu erkennen vermochte, an der betreffenden Stelle weiter unten* anführen. Hand in Hand damit geht eine Functionsstörung des Hörnerven, welche in Herabsetzung der Hörschärfe, oder in subjectiven Gehörsempfindungen, oder in beiden Symptomen gleichzeitig sich äussert. Wenn die Herabsetzung der Hörschärfe nicht bedeutend ist und auf beiden Seiten besteht, so kann begreiflicherweise der Nachweis derselben auf Schwierigkeiten stossen. Schlagend gelingt dagegen der Nachweis gleichzeitig bestehender Störung der Hörfähigkeit bei einseitigem oder auf beiden Seiten in ungleichem Grade entwickeltem Leiden.

Einen Fall des in Rede stehenden Zustandes habe ich bereits oben (9. Beobachtung) aufgeführt, kann ihn aber, wegen der gleichzeitig nachgewiesenen anatomischen Veränderungen des Ohres selbst, nicht für beweisend ansehen. Anders ist es mit den anderen von mir beobachteten Fällen, in denen allen anatomische Störungen des Ohres fehlten. Es wird genügen, einen einzigen Fall anzuführen, und ich wähle hierzu den, welcher mir bei dem oben citirten Vortrage zur Demonstration gedient hat.

Elfte Beobachtung.

N. R., 30jähriger Officier, vom Dr. Blessig wegen beiderseitiger Mydriasis und Accommodationsstörung, vermuthlich aus centraler Ursache, mir zur galvanischen Behandlung zugewiesen.

Das galvanische Experiment, wobei die Elektrode A in das Ohr, B auf den Nacken placirt wurde, ergab:

Linkes Ohr:

X 10 $Ka\ S\ K'$.
$Ka\ D\ K\ \infty$.
$Ka\ O$ —.
$A\ \ S$ —.
$A\ \ D$ —.
$A\ \ O$ „Geräusch im Kopfe“, einige Secunden lang anhaltend.

Rechtes Ohr:

X 10, 20, 30 $Ka\ S$ —.
X 40 $Ka\ S\ K'$
$Ka\ D\ K\ \infty$.
$Ka\ O$ —.
$A\ \ S$ —
$A\ \ D$ —.
$A\ \ O$ „Geräusch im Kopfe“, einige Secunden lang anhaltend.

Die $A\ O$-Reaction konnte auf beiden Ohren durch Steigerung der Stromstärke in scharfes Klingen verwandelt werden.

* Siehe unten das Capitel über „Hyperästhesie mit paradoxer Formel des nicht armirten Ohres.“

Hier war also auf beiden Seiten „einfache Hyperästhesie“ vorhanden. Die oben geschilderten weiteren Eigenthümlichkeiten dieses Zustandes konnten sämmtlich auf das Genaueste nachgewiesen werden.

Aber der Grad der Hyperästhesie war auf beiden Ohren ein sehr verschiedener, und zwar war er links bedeutend höher als rechts.

Die in Folge dieser Beobachtung nunmehr unternommene Prüfung der Hörschärfe ergab ein dem galvanischen Befunde vollkommen entsprechendes Resultat: Das Gehwerk einer Taschenuhr, welches rechts 16″ weit vernommen wird, wird auf dem linken Ohre erst bei einer Annäherung bis auf 8″ gehört. Nach 26 galvanischen Sitzungen war Patient in einem der Heilung sehr nahe kommenden Zustande, sowohl was das Augen- als das Ohrenleiden betraf. Die Formel für Hyperästhesie war nicht mehr deutlich herzustellen, und die Differenz zwischen beiden Ohren sowohl in Bezug auf die Hörfähigkeit als auf die galvanische Formel nur noch in geringen Spuren vorhanden. Dafür, dass in diesem Falle die Coincidenz des Gehör- und des Augenleidens nicht zufällig war, spricht der Verlauf. Den Beweis aber für die centrale Ursache dieser Coincidenz wird der weiter unten erörterte Fall liefern.

B. Hyperästhesie mit qualitativer Veränderung der Formel.

Die Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Eingriff zeigt nicht nur eine abnorme Leichterregbarkeit der ersteren, sondern auch eine Veränderung ihres Modus.

Fälle dieser Art habe ich (vielleicht desshalb, weil die Mehrzahl aller von mir beobachteten Gehörsaffectionen alte waren) im Ganzen sehr häufig beobachtet. Die Veränderungen des Modus der Reaction sind sehr mannigfaltige. Am häufigsten tritt neben den Normalreactionen eine Gehörsempfindung bei *A S* und *A D* ein. Seltener, und wie es scheint bei älteren oder schwereren Affectionen des Ohres, lässt sich eine solche auch durch *Ka O* hervorrufen. Charakteristisch ist es hierbei, dass die genannten pathologischen Reactionen in ihrer Qualität, der Art der Gehörsempfindung nämlich, unter einander eben so übereinzustimmen pflegen, als sie sich von den Normalreactionen unterscheiden. Während *Ka S*, *Ka D* und *A O* Klingen hervorbringen, tritt bei *A S*, *A D* und *Ka O* z. B. Zischen ein. (Es versteht sich von selbst, dass nicht alle Versuchspersonen gleich geschickt sind, solche unterscheidende Beobachtungen zu machen.)

Zwölfte Beobachtung.

A. N., Student, leidet seit seiner Kindheit an Schwerhörigkeit und Sausen auf dem rechten Ohre

Die Inspection erweist pulsirende Eitermassen auf dem Trommelfell, welches als durchbohrt erkannt wird. Das andere Ohr ist gesund.

Die Reactionen auf den elektrischen Strom sind folgende:

Gesundes Ohr:		Krankes Ohr:	
X X 800	*Ka S K.*	*X* 100	*Ka S K''* (heftiges Klingen in der ganzen Kopfhälfte).
	Ka D ?		*Ka D K* ∞.
	Ka O —.		*Ka O Z* (Zischen).
	A S —.		*A S Z'*.
	A D —		*A D Z* ∞.
	A O —.		*A O K'* >.
X X 1000	*Ka S K.*		
	Ka D k >.		
	Ka O –		
	A S —.		
	A D —.		
	A O k.		

Bei Stromesschwankungen treten die Klangsensationen leichter auf als die anderen.

In diesem Falle würde, wie man sieht, die Trommelfellperforation aus der elektrischen Untersuchung allein nicht haben erkannt werden können, weil die gleichzeitig bestehende hochgradige Hyperästhesie des Hörnerven keine Entscheidung darüber zuliess, ob die Leichterregbarkeit nur auf Erkrankung des Nerven oder zugleich auf grösserer Zugänglichkeit desselben für den elektrischen Strom beruhte.

Die Qualität der pathologischen Reactionen ist sehr verschiedener Art. Es kommen alle die den niederen Stufen der im physiologischen Theile erwähnten Scala entsprechenden Gehörssensationen vor, wie Summen, Zischen, Pfeifen, Rollen, Brummen und ferner Geräusche von ganz specifischem Charakter wie z. B. Kratzen eines Schieferstiftes auf einer Schiefertafel. Bezeichnend für diese Gehörssensationen ist ihr unreiner, oft auch unangenehmer Charakter.

Mitunter wechselt derselbe mit der Stromstärke, so zwar, dass er beim Wachsen derselben von niederen Stufen der Scala zu höheren aufsteigt. Ein Beispiel hiervon giebt folgender Fall:

Dreizehnte Beobachtung.

M. O., 30jähriger Arbeiter, intelligent und beobachtungsfähig. Seit der Kindheit schwerhörig und mit Sausen behaftet auf beiden Seiten. Verdickte und getrübte Trommelfelle; die Gehörknöchelchen nicht sichtbar. Lichtkegel kaum bemerkbar. Der Inspectionsbefund und der Grad der Functionsstörung auf beiden Seiten ziemlich übereinstimmend.

Die Hörnerven reagiren beiderseits wie folgt:

X 100 *Ka S K'*.
Ka D K ∞.
Ka O Knarren.
A S desgleichen.
A D desgleichen ∞.
A O K $>$.

X 500 *Ka S K'*
Ka D K ∞.
Ka O Schmetternder Trompetenton.
A S desgleichen.
A D desgl. ∞, höchst unangenehm.
A O K $>$.

X 800 *Ka S K'*.
Ka D K ∞.
Ka O K $>$.
A S K.
A D K ∞.
A O K $>$.

In letzterem Falle erhob sich also die bei *A S*, *A D* und *Ka O* auftretende Sensation zwar auch zur Klangempfindung, aber dieselbe bot dennoch einen, vom Patienten bei verschiedenen Controlversuchen mit unfehlbarer Sicherheit erkannten, wesentlichen Unterschied von der bei den übrigen drei Reizmomenten auftretenden Empfindung dar. Die pathologischen Reactionen nämlich, bei denen Patient das Gesicht wie beim Empfinden kreischender Töne verzog, waren unreine schrille Klänge.

Indessen halten sich die pathologischen Reactionen keineswegs immer auf den niederen Stufen der Scala. Nur einen Fall habe ich notirt, in welchem die pathologischen sowohl als die Normalreactionen in einer übereinstimmenden Klangempfindung bestanden, ohne dass ich an der Beobachtungsfähigkeit des betreffenden Kranken hätte zweifeln dürfen. Oefter hingegen, und zwar bei schweren und alten Fällen von Gehörleiden, fand ich das Verhältniss zwischen den pathologischen und den Normalreactionen umgekehrt, so nämlich, dass diese die niederen, jene die höheren Stufen der Scala einnahmen. Ich gebe hiervon drei Beispiele.

Vierzehnte Beobachtung.

Baron S., Gutsbesitzer, 50 Jahr, sehr intelligent, beobachtungsfähig und voller Interesse für die elektrischen Reizerscheinungen. Hat vor zehn Jahren im Kriege eine Contusion am Kopfe erlitten, wodurch er links schwerhörig wurde. Die Inspection erweist nur eine lange Narbe im Trommelfell. Vielfache Heilversuche sind angestellt worden, ohne einen Erfolg herbeizuführen.

Auf dem gesunden Ohre gelingt es nur bei sehr hohen Stromstärken die Normalformel herzustellen; auch bleibt die *A O*-Reaction beim Maximum der angewendeten Stromstärke noch kurz und schwach. Die Sensation besteht in Klingen von wenig bestimmtem Charakter.

Krankes Ohr:

XX 40 *Ka S* unreines Klingen.
Ka D desgleichen, unendlich oder doch sehr lang.
Ka O kurzer, hoher Flötenton.
A S derselbe Flötenton.
A D desgleichen, unendlich oder doch sehr lange anhaltend.
A O unreines kurzes Klingen.

Es musste mir auffallen, dass die pathologischen Reactionen in diesem Falle als „höchst angenehm" bezeichnet wurden. Nur zwei Fälle ausser diesem habe ich beobachtet, in denen die Patienten unaufgefordert dieselbe Angabe in Bezug auf die pathologischen Reactionen machten, und in beiden entsprachen, wie hier, die Normalreactionen niederen, die pathologischen aber höheren Stufen der Scala. So wenig genügend dies ist, um hieraus eine allgemeine Folgerung zu machen, so halte ich es doch für interessant genug, um es hier anzuführen, indem ich dabei auf die „Umkehrung der Formel" verweise.

Fünfzehnte Beobachtung.

O O., Schriftsteller, 50 Jahr alt, sehr schwerhörig und mit Sausen behaftet seit vielen Jahren. Die otiatrische Untersuchung constatirt die gewöhnlicheu Spuren alter abgelaufener Katarrhe, aber in keineswegs hohem Grade, und es lässt sich dic Art und der Grad der Functiousstörung aus diesen Veränderungen nicht in genügender Weise erklareu, denu es kommen, wie sehr oft, viel bedeutendere Destructionen der Leitungsorgane bei viel geringerer Functionsstörung vor. Iu diesem Falle ist die Schwerhörigkeit auf dem rechten Ohre grösser und mit sehr geringem, links weniger stark, aber mit heftigem Ohrensausen verbuuden. Auch für diesen Uuterschied findet sich in den Ergebnisseu der otiatrischeu Uutersuchung kein Anhaltspunct.

Dic elektrische Untersuchung crgiebt Folgendes:

Rechtes Ohr:

X 500 $Ka\ S\ K'$ (scharfes Klingen).
$Ka\ D\ K\ \infty$ (desgleichen).
$Ka\ O$ —.
$A\ S\ K'$ (heller angenehmer Glockenton).
$A\ D\ K\ \infty$ (desgleichen).
$A\ O\ K >$ (wie bei $Ka\ S$).

Bei niedereu Stromstärken trat der Unterschied der beideu verschiedenen Sensationen uoch deutlicher auf, indem das scharfe Klingen nur noch in Gestalt eines „metallischen Geräusches" sich bemerkbar machte. Es wurde sogar mit X 100 ein Minimum gefunden, bei welchem $A\ O$, $Ka\ S$ und $Ka\ D$ gauz oder fast gauz ohne Reaction blieben, während bei den anderen Reizmomenten der angenehme Glockenton noch deutlich empfunden wurde. Das schwach entwickelte subjective Sausen wurde durch den Glockeuton zwar verdeckt, aber es kehrte nach der Kettenöffnung schnell wieder.

Linkes Ohr:

Die Erregbarkeit ist geringer. Man erreicht bei Herstellung der E III nicht das vorher bezeichnete Minimum von X 100 des rechten Ohres.

X 500 $Ka\ S\ K'$.
$Ka\ D\ K\ \infty$.
$Ka\ O$ —.
$A\ S$ —.
$A\ D$ —.
$A\ O\ K >$.

Das Sausen schweigt während $A\ D$ gäuzlich

In diesem Falle zeigte also das weniger harthörige, mit stärkerem Sausen behaftete Ohr die einfache Hyperästhesie, das andere aber Hyperästhesie mit qualitativer Veränderung der Formel.

Sechszehnte Beobachtung.

S. T., 40jährige Frau, seit zwanzig Jahren beiderseits schwerhörig und mit Sausen behaftet. Beide Trommelfelle siud, besouders in den unteren Quadrauten, stark concav, milchweiss getrübt, mit eiuzelneu gesättigt gelblich gefärbteu Stellen; Lichtkegel nnd Gehörknöchelchen auf der rechten Seite nicht sichtbar, auf der anderen nur wenig angedeutet. Die Schwerhörigkeit fast gleich auf beiden Seiten.

Die elektrische Untersuchuug ergiebt auf beiden Seiten Folgendes:

X 100 *Ka S Z.*
Ka D z ∞.
Ka O k.
A S K'
A D K ∞.
A O z >.

Bei niederen Stromstärken wurde das Zischeu undeutlicher, uud die Dauer der Sensation war mit weniger Sicherheit festzustellen, weil das Zischen von dem subjectiven Sausen schwer unterschieden werden konnte, wenu es nicht in grösserer Intensität anftrat

Das bereits in diesen Beobachtungen angedeutete Zurücktreten der Normalreactionen vor den pathologischen, kann nun noch auffallender sein. Es verharren dann die ersteren auf den niedersten Stufen der Scala, (sie werden z. B. mit Fliegensummen oder mit dem Laut „Puh" bezeichnet) und zeichnen sich durch die Kürze ihrer Dauer vor den pathologischen Reactionen aus. Bei niederen Stromstärken werden sie gar nicht referirt, und es bietet dann der Hörnerv den folgenden Zustand dar:

C. Umkehrung der Formel für einfache Hyperästhesie.

Siebenzehnte Beobachtung.

A. D., 32jähriger Ingenienr, seit der Kiudheit auf dem linkeu Ohre taub. Trommelfell und Gehörknöchelchen fehlen; im Grnnde der offenen Paukenhöhle Eiterung. Das rechte Ohr ist gesuud.

Rechtes Ohr:	Linkes Ohr:
XX 350 *Ka S K'.*	X 100 *Ka S —.*
Ka D k >.	*Ka D —.*
Ka O —.	*Ka O K >.*
A S —.	*A S K'.*
A D —.	*A D K ∞.*
A O k. Die Sensatiou ist ein unbestimmtes feines Klingen.	*A O —*

Die Sensation des linken Ohres besteht in einem zwar nicht näher beschreibbaren aber in seinem Charakter von der in dem gesunden Ohre auftretenden Sensation sehr verschiedenen, hellen Klingen, welches durch die ganze Kopfhälfte dröhnt. Dasselbe entstand noch bei *V* 50, wenn die andere Elektrode auf dem Nacken aufgesetzt wurde.

Es war mit völliger Sicherheit festzustellen, dass die bei *A S* und *A D* auftretende Sensation mit grösserer Intensität oder bei niederen Stromstärken erschien, wenn die Kette vorher in der entgegengesetzten Richtung geschlossen worden war, und ferner, dass die bei *Ka O* erfolgende Sensation um so deutlicher war und um so länger anhielt, je länger die vorhergehende *Ka D* gewahrt hatte. Wenn sehr hohe Stromstärken auf das kranke Ohr angewendet wurden, so war es möglich bei *Ka S*, insbesondere nach Stromeswendungen, eine kurze Gehorsempfindung, welche als ein „Hauchen" bezeichnet wurde, hervorzurufen.

Drei Jahre später wurde derselbe Kranke von Neuem untersucht. Die elektrische Erregbarkeit des kranken Ohres war nicht mehr ganz so gross als bei der ersten Untersuchung; insbesondere gelang es nicht mehr mit der gleichen Leichtigkeit wie früher, die Gehörssensation hervorzurufen, wenn die Kette zwischen der Hand und einem Puncte in der Umgebung des Ohres geschlossen wurde. Es konnte zu höheren Stromstärken aufgestiegen werden, ohne dass das den Kopf durchdröhnende Klingen unerträglich wurde, und trotzdem war es auch bei diesen Stromstärken nicht möglich, die früher referirte Gehörsempfindung bei *Ka S* zu erzeugen.

Die übrigen von mir beobachteten Fälle dieser Art waren doppelseitig. Ich mache die Leser aufmerksam auf eine neuerdings vom Dr. Hagen veröffentlichte Beobachtung von doppelseitiger Umkehrung der Formel für Hyperästhesie.* Sehr bemerkenswerth ist in diesem Falle die ebenfalls auf eine Umkehrung deutende Reaction der Trigeminusfasern. (Vergl. die von mir früher erörterten Normalempfindungen bei Galvanisirung des äusseren Gehörganges.)

Dass ein durch Erkrankung der Leitungsorgane in seiner Function gehinderter Hörnerv sehr häufig in den Zustand der Hyperästhesie geräth, glaube ich durch die obigen Beobachtungen bewiesen zu haben, und ich halte es für wahrscheinlich, dass dies immer der Fall, und dass die einfache Hyperästhesie überhaupt der Ausgangspunct sei für eine secundäre Erkrankung des akustischen Nervenapparates nach Erkrankung der Leitungsorgane.

In welcher Weise sich nun aus dieser einfachen Hyperästhesie die tieferen pathologischen Veränderungen im Hörnerven entwickeln, darüber habe ich im Laufe meiner Untersuchung eine Anschauung gewonnen, welche sich schon im Vorhergehenden angedeutet findet. Ich halte dieselbe nicht für etwas Anderes, als eine Hypothese und erlaube mir, sie im Folgenden im Zusammenhange darzustellen.

Die einfache Hyperästhesie scheint nicht ungemessene Zeiten unverändert im Nerven bestehen zu können; vielmehr unterliegt die Reactions-

---

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XIII. Sitzungsprotocoll vom 31. October 1867.

form desselben auf den elektrischen Strom bei längerem Bestehen des krankhaften Zustandes weiteren und auffallenderen Veränderungen. Zunächst nimmt die Hyperästhesie quantitativ zu. Die Erregbarkeit, sowohl die primäre als die secundäre und tertiäre, die Bereitwilligkeit des Nerven auf Stromesschwankungen und von den verschiedensten Ansatzpuncten der Elektroden aus zu antworten, wird grösser und kann so weit gehen, dass Stromstärken, welche selbst von den Hautnerven und vom *Nerv. opticus* kaum mehr empfunden werden, noch deutliche Gehörssensationen hervorrufen. Später treten hierzu nun auch qualitative Veränderungen der Reactionsformel. Zunächst zeigen sich bei *A S*, dann auch bei *A D* und endlich selbst bei *Ka O* Gehörssensationen. Diese stehen auf einer niederen Stufe der Scala als die Normalreactionen. Noch später sinken die letzteren auf niedere, und jene erheben sich zu höheren Stufen der Scala. Die Normalreactionen verlieren an Dauer und verschwinden sodann gänzlich. Dann zeigt der Nerv die Umkehrung der Formel für einfache Hyperästhesie. Aber auch hierbei bleibt es nicht; es verlieren vielmehr auch die pathologischen Reactionen an Intensität und Dauer, die Hyperästhesie erlischt, und es bleibt nur die einfache Umkehrung der Normalformel übrig (s. unten).

Dass dieser Gang der pathologischen Entwicklung der einzig mögliche bei secundärer Erkrankung des Hörnerven sei, will ich nicht behaupten; auch habe ich im concreten Fall nur zu sehr vereinzelten Malen Gelegenheit gehabt, die Entwicklung des einen Stadiums aus dem anderen wirklich zu beobachten (vergl. die siebenzehnte Beobachtung); aber ich glaube mich überzeugt zu haben, dass der Tiefe und Dauer der Erkrankung des Gehörorganes die angedeutete Stufenleiter der Veränderungen der Hörnervenreaction parallel geht.

D. Hyperästhesie mit paradoxer Formel des nicht armirten Ohres.

Ich habe nun noch eine Form der Hyperästhesie des Hörnerven anzuführen, welche wohl die interessanteste von allen und zugleich eine sehr häufige ist. Ich habe dieselbe nur in Fällen sehr alten und tiefen Gehörleidens beobachtet.

Ausgezeichnet ist diese Form durch den Umstand, dass bei Application des elektrischen Stromes auf ein Ohr, nicht nur der Hörnerv dieses, sondern auch der des anderen Ohres antwortet, aber in umgekehrtem Sinne, so nämlich, dass in dem nicht behandelten Ohre die Gehörssensationen bei denjenigen Reizmomenten auftreten, bei welchen der Nerv des behandelten Ohres schweigt; mit anderen Worten: das nicht behandelte Ohr reagirt genau so, als wäre es unter dem Einflusse der anderen Elektrode. Es

gehört übrigens zur Hervorrufung der Reaction in dem nicht behandelten Ohre meist eine etwas höhere Stromstärke als zur Hervorrufung der Reaction in dem behandelten Ohre; oder mit anderen Worten: es giebt ein Minimum der Stromstärke, bei welchem das in Rede stehende Symptom nicht zur Erscheinung kommt, und es sind dann nur die Zeichen der einfachen Hyperästhesie darzulegen. Die Entfernung derjenigen niedrigsten Stromstärke, bei welcher nur das behandelte Ohr reagirt, von derjenigen, bei welcher auch das andere antwortet, ist in verschiedenen Fällen von sehr verschiedener Grösse. Je tiefer die Erkrankung, um so kleiner ist diese Entfernung.

Diese höchst auffällige Erscheinung geht in den meisten Fällen Hand in Hand mit einem sehr hohen Grade von Hyperästhesie, aber ich habe sie auch bei nur wenig gesteigerter (vielleicht bei schon wieder gesunkener?) Erregbarkeit aufgefunden.

Das höchste Interesse gewährt dieser Zustand endlich in solchen Fällen, wo er sich mit qualitativer Veränderung der Reactionsformel complicirt.

In allen, besonders aber im letzten Falle, bietet sich der oberflächlichen Beobachtung ein unentwirrbar scheinendes Chaos von Tonempfindungen dar; denn jedes der verschiedenen Reizmomente wird von einem oder beiden Ohren beantwortet. Dennoch lässt sich dieses Chaos an der Hand der von mir zu Grunde gelegten Normalformel mit solcher Sicherheit in seine einzelnen Bestandtheile zerlegen, dass ich auf Begehr von anwesenden Collegen stets im Stande gewesen bin, die einem beliebigen Reizmomente entsprechende Gehörssensation bei unverrückten Elektroden in einem beliebigen der beiden Hörnerven hervorzurufen oder zu umgehen. Zeugen solcher Demonstrationen schrieben mir scherzhafter Weise die Kunst zu, auf den Hörnerven „Klavier zu spielen", ein Ausdruck, welcher insbesondere dann sich aufdrängte, wenn das in Rede stehende Symptom bei Personen stattfand, deren Hörnerv ausserdem eine Scala verschiedener Gehörssensationen bei verschiedener Stromstärke zeigte. In solchem Falle vermochte ich dann auch mit Sicherheit zwischen den verschiedenen Tonqualitäten die Wahl zu treffen.

Ich führe dies desshalb an, um von Neuem vor übereilten Zweifeln, denen meine bisherigen Mittheilungen an einigen Orten begegnet sind, zu warnen. Ein „unentwirrbares Chaos" von Tonempfindungen, oder eine „Veränderlichkeit" der Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz, welche man angegeben hat, besteht nicht.

Die in Rede stehende Form pathologischer Reaction des Hörnerven habe ich in den ersten Anfängen meiner Untersuchungen „Reflexhyperästhesie" genannt. Die folgenden Mittheilungen werden zeigen, dass diese Bezeichnung nicht wohl eine richtige sein kann.

Achtzehnte Beobachtung.

Dieser Fall ist derselbe, welchen ich bereits im physiologischen Theile der Untersuchung beim 43. Versuche benutzt und im Verein St. Petersburger Aerzte * ausführlich demonstrirt habe. Ich gebe diese Beobachtung im Wesentlichen mit den Worten des so eben citirten Protocolles, indem ich aus demselben diejenige Stelle auslasse, welche den Inhalt des 43. und 47. Versuches bildet.

Dr. Brenner stellte eine vom Dr. Ockel untersuchte uud ihm übergebene Kranke vor. Dieselbe, ein 24jähriges, sonst gesundes Mädchen, leidet seit Jahren an hochgradiger Harthörigkeit nebst Sausen. Die Taschenuhr hört sie gar nicht, die menschliche Sprache nur in grosser Nähe und bei sehr starker Stimme. Das linke Ohr hört ein wenig besser als das rechte. In beiden Ohren ist keine Spur von anatomischen Veränderungen nachzuweisen.

Der Vortragende führte nun an der Kranken, im wiederholten Anschluss an seine elektro-otiatrischen Untersuchungen, folgende Demonstrationen aus, deren thatsächliche Ergebnisse sich mit grosser und ausnahmsloser Deutlichkeit und Sicherheit der Beobachtung darboten. Zunächst zeigt die elektrische Untersuchung sofort denjenigen Zustand, welchen Brenner Hyperästhesie des Hörnerven genannt hat, und dessen Eigenthümlichkeit darin besteht, dass schon äusserst geringe Stromstärken (20 Elemente, 80 Einheiten der 2100 Einheiten enthaltenden Nebenschliessung) deutliche Gehörssensationen (scharfes Klingen) in dem behandelten Ohre erzeugen und zwar in folgender charakteristisch veränderten Formel (vergl. die Normalformel):

$$\begin{array}{ll} XX\ 80 & Ka\ S\ K''. \\ & Ka\ D\ K\infty. \\ & Ka\ O\ -. \\ & A\ \ S\ -. \\ & A\ \ D\ -. \\ & A\ \ O\ K' >. \end{array}$$

Diese Erscheinung zeigt sich gleich deutlich, wenn die Ohrelektrode im Ohr, oder irgend wo in der Umgebung des Ohres, oder an beliebigen Stellen des Schädels und des Antlitzes aufgesetzt wird. Der Ansatzpunct der anderen Elektrode, welche bei den Experimenten für gewöhnlich in einer Hand ruht, zeigt sich zum Zustandekommen obiger Formel durchaus indifferent, denn die Aenderung des Ansatzpunctes dieser zweiten Elektrode ändert Nichts an der Reactionsformel des Hörnerven, abgesehen davon, dass beim Ansetzen auf zartere Hautpartieen (z.B. am Vorderarm) noch geringere Stromstärken zur Hervorrufung der Reaction genügen. Die von Brenner sogenannte secundäre Erregbarkeit des Hörnerveu (durch wiederholte Kathodenschliessungen, bei unverändertem Ansatz der anderen Elektrode in der Hand, geprüft) geht herunter bis zur Einschaltung von 40 Einheiten des Leitungswiderstaudes bei unveränderter Elemeutenzahl: $XX\ 40\ Ka\ S\ K\ E\,\mathrm{II}^{40}$. Die tertiäre Erregbarkeit (durch Stromeswendungen von der Anode auf die Kathode) geht bis auf das Minimum der bei dieser Elementenzahl durch Verminderung des Leitungswiderstandes der Nebenschliessung herzustellenden Stromstärke hinunter: $XX\ 10\ Ka\ S\ K\ E\,\mathrm{III}^{40,\ 30,}$ d. h. der Strom kann auf diese Weise nicht genügend abgeschwächt werden, dass die genannten Stromeswendungen den Hörnerven unerregt lassen.

* *St. Petersburger med. Zeitschrift,* 1866, Bd. X. Sitzungsbericht vom 22. März 1866.

Das rechte Ohr ist, wie erwähnt, in vorliegendem Falle das schlechter hörende. Mit der Annahme des Vortragenden, dass das Leiden in Hyperasthesie des Hörnerven seinen Grund habe, steht in Uebereinstimmung der Umstand, dass das schlechter hörende Ohr auch grössere Hyperästhesie gegenüber dem elektrischen Reize zeigt. Wenn der Vortragende bei aufsteigender Stromstarke die Ohren der Patientin behandelte, so reagirte ausnahmslos der rechte Hörnerv früher als der linke, und umgekehrt bei abnehmender Stromstärke. Ganz dasselbe zeigt sich, wenn beide Ohren zugleich mit dem gleichnamigen Pole (vermittelst einer gabelförmig gespaltenen Elektrode) behandelt werden. Auch hier reagirt bei einer gewissen niederen Stromstärke nur der rechte Hörnerv, und bei allen höheren Stromstärken, bei welchen der Klang in beiden Ohren gehört wird, referirt die Patientin ausdrücklich, dass der Klang im rechten Ohre bedeutend intensiver sei. Der mögliche Einwurf, dass der linke Zweig der Elektrodengabel bei diesem Experiment vielleicht einen grösseren Leitungswiderstand darbiete als der rechte, wird dadurch widerlegt, dass bei Umwechslung der beiden Zweige die Erscheinung dieselbe bleibt. Endlich steht mit der BRENNER'schen Diagnose des Leidens auch die Angabe der Patientin in Uebereinstimmung, dass das subjective Ohrensausen rechterseits starker sei, als linkerseits.

Der Vortragende verminderte nunmehr, um grösseren Spielraum für Graduirung der Stromstärke bei den folgenden Demonstrationen zu gewinnen, die bisherige Elementenzahl (XX) auf die Halfte (X). Es war nunmehr zur Hervorrufung der Gehörssensation die Einschaltung eines bedeutend grösseren Leitungswiderstandes der Nebenschliessung nöthig. Und zwar stellten sich deutlich folgende Formeln fest:

Rechtes Ohr.	Linkes Ohr.
X 200 $Ka\ S\ K'\ E$ I.	X 250 $Ka\ S\ K'\ E$ I.
X 140 $Ka\ S\ K'\ E$ II.	X 190 $Ka\ S\ K'\ E$ II.
X 90 $Ka\ S\ K'\ E$ III.	X 140 $Ka\ S\ K'\ E$ III.

Dieselbe mathematisch genaue — durch wiederholte Controlversuche constatirte — Differenz zwischen beiden Ohren blieb sich gleich bei allen vom Vortragenden angestellten Experimenten.

Der Vortragende demonstrirte nun im Experiment seinen früher bereits von ihm ausgesprochenen Satz:* „Es ist nicht blos die absolute Grösse der Stromesschwankung, welche die Reaction des Nerven bestimmt, sondern ihre Entfernung vom Nullpunct der Scala.“ **

In den bisherigen Demonstrationen betonte der Vortragende nur die in dem behandelten Ohre auftretenden Reactionen des Hörnerven. Die gegenwärtige Kranke zeigt aber jenes vom Vortragenden aufgefundene und bereits früher kurz notirte Symptom (vergl. seinen so eben citirten Aufsatz über das nervöse Ohrensausen), welches darin besteht, dass bei Application des Stromes in einem Ohre oder an der diesem Ohre entsprehenden Halfte des Schädels, Gesichtes oder Halses Gehörssensationen auftreten, nicht nur in dem Ohre der behandelten Seite, sondern auch in dem Ohre der entgegengesetzten Seite, welche von der Elektrode gar nicht berührt wird.

Dieses ebenso interessante und räthselhafte, wie klar zu demonstrirende Symptom, welches der Vortragende im Anfange seiner Untersuchungen nur in einseitigem Sinne beobachtet hatte (s. den so eben citirten Aufsatz), so zwar, dass nur eines von beiden Ohren reagirte, ohne direct in Angriff genommen zu werden, hat der Vortragende im

* Vergl. seinen Aufsatz über *Diagnose, Prognose und Heilung des nervösen Ohrensausens* in Bd VII, p. 65 der *St. Petersburger med. Zeitschrift.*

** Zum Beweis dienten einige Experimente, welche in den Versuchen 41—47 des physiologischen Theiles bereits wiedergegeben worden sind.

weiteren Verlauf seiner Untersuchungen sehr häufig und zwar in der grössten Mehrzahl der Fälle doppelseitig aufgefunden. Die Erscheinungen, welche in einem solchen Falle bei Reizung eines Ohres auftreten, sind so verwickelter Natur, dass dem ärztlichen Beobachter sowohl als der Versuchsperson selbst bei Schliessung, Stromesdauer und Oeffnung der Kette sich zunächst ein unentwirrbar scheinendes Chaos von Tonempfindungen in beiden Ohren und im ganzen Schädel darbietet. Von anderen, welche die Beobachtungen Brenner's zu wiederholen versuchten, ist dergleichen auch berichtet und als Beweis gegen die physiologische Gesetzmässigkeit der Brenner'schen Reactionsformel des Hörnerven angeführt worden. Dennoch ist kein Fall so geeignet, bei kritischer Beobachtung die gesetzliche Geltung der physiologischen Formel Brenner's darzulegen, als gerade solche Fälle von Hyperästhesie mit der paradoxen Reaction auf dem nicht behandelten Ohre, und man vermag vermittelst der Brenner'schen Formel, die er als Grundformel für alle möglichen durch elektrische Reizung erzeugbaren Gehörssensationen betrachtet, alle die verwickelten Erscheinungen mit zwingender Klarheit und Schärfe in ihre einzelnen, gesetzlich begründeten Factoren aufzulösen. Die jetzt folgenden Demonstrationen sind bestimmt, den Beweis zu liefern für die so eben ausgesprochene Behauptung.

In Wirklichkeit nämlich stellen sich die Erscheinungen bei galvanischer Reizung des Gehörorganes in gegenwärtigem Falle folgendermaassen dar (die in dem nicht behandelten Ohre auftretenden Erscheinungen wurden in der bisherigen Darstellung verschwiegen, der besseren Verständlichkeit wegen):

Elektrode *A* im Ohre, Elektrode *B* in der Hand

Behandeltes Ohr I.	Das Ohr der anderen Seite II.
XX 100 *Ka S K''*	—.
Ka D K ∞.	—.
Ka O —.	*K* >.
A S —	*K*.
A D —.	*k* >.
A O K' >.	—;

d. h das nicht behandelte Ohr reagirt in der Umkehrung der Formel. Der Vortragende nennt dies: die p a r a d o x e Reaction. Sie zeigt sich auch bei allen höheren Stromstärken, welche nur die Intensität der Sensationen steigern, aber den Modus nicht ändern. Die paradoxe Reaction auf dem nicht direct in die Kette genommenen Ohre war, wie man aus der Formel sieht, von etwas geringerer Intensität und Dauer als in dem behandelten Ohre. Qualitativ ist die paradoxe Reaction ganz dieselbe, als wenn das Ohr direct mit der dem entgegengesetzten Pole entsprechenden Elektrode *B* behandelt werden würde. Auch in diesem Falle ist die Reaction nur intensiver und von längerer Dauer, sonst nicht geändert, aber natürlich kehrt sich dann das Zeichen des Reizmoments um, indem statt der Anode die Kathode an die Stelle tritt. Bei hohen Stromstärken tritt der Unterschied der Intensität der Reaction in beiden Ohren weniger deutlich auf, und die dem Stillschweigen des Ohres I während des Reizmoments *A D* entsprechende Klangempfindung im Ohre II erhält dann anstatt des Zeichens: *k* > das Zeichen: *K* ∞.

Die tiefere Erkrankung (Hyperästhesie) des rechten Ohres in gegenwärtigem Falle, welche sich in stärkerem Sausen, grösserer Harthörigkeit und leichterem Ansprechen des Nerven auf den elektrischen Reiz manifestirte, bewährt sich auch in Bezug auf die paradoxe Reaction desselben. Dies beweist folgende Demonstration:

Bei anschwellender Stromstärke erscheint die paradoxe Reaction auf dem linken Ohre später als auf dem rechten. Es liegt also zwischen dem ersten Auftreten der

Primitivreaction * des rechten Ohres und dem ersten Auftreten der paradoxen Reaction des linken Ohres eine grössere Anzahl von Stationen des Leitungswiderstandes der Nebenschliessung als zwischen dem ersten Auftreten der Primitivreaction des linken und der paradoxen Reaction des rechten Ohres.

Das Auftreten dieser paradoxen Reaction nun kann man verhindern:

a. Dadurch, dass man, während Elektrode *A* im Ohre I bleibt, die Elektrode *B* in nächster Nähe der Ohrmuschel am *Proc. mastoideus* derselben Seite aufsetzt. Sicher schweigt in diesem Falle das Ohr II erst dann, wenn die Ansatzstelle der Elektrode *B* genügend durchfeuchtet ist. Unmittelbar nach dem Aufsetzen der Elektrode *B* tritt leicht noch die paradoxe Reaction des Ohres II ein. Sowie die Elektrode *B* nach der hinteren Hälfte des *Proc. mastoideus* des Ohres I rückt, erscheint wiederum schwache paradoxe Reaction im Ohre II und gewinnt an Stärke, je mehr die Elektrode *B* sich vom Ohre nach dem Nacken zu entfernt. Hat man unweit des *Proc. mastoideus* am Halse eine Stelle fixirt, von der aus eine mässig starke paradoxe Reaction im Ohre II auftritt, so kann man dieselbe von Neuem zum Verschwinden bringen, wenn man die Elektrode mit schwefelsaurem Wasser anfeuchtet und stark in die Weichtheile eindrückt. Offenbar sprechen die genannten Erscheinungen dafür, dass der Hörnervenapparat direct vom Strome getroffen werde, und dass die Reizung keineswegs durch Reflex von den Hautnerven aus zu Stande komme, eine im ersten Augenblick zwar nahe liegende Vermuthung, deren Unhaltbarkeit jedoch noch aus mannigfachen andereu Gründen hervorgeht.

b. Dadurch, dass man die Elektrode *A* gabelförmig theilt in 2 Elektroden *a*, *a*, die man in beide Ohren zugleich placirt. Jedes der beiden Ohren unterliegt dann zu gleicher Zeit der Einwirkung des gleichnamigen Poles und zeigt demgemäss die gleiche Formel der Reaction, zu deren Entstehung jedoch höhere Stromstärken erforderlich sind, weil jedes einzelne Ohr nur von der halben Stromdichte getroffen wird.

Bei der Operation mit der gespaltenen Elektrode *A* zeigen sich nun ferner folgende Erscheinungen:

1. Die Elektroden *a*, *a* ruhen je eine in einem Ohre, Elektrode *B* in einer der beiden Hände.

Beide Ohren reagiren gleichzeitig, wie erwähnt, in der ihnen zukommenden Primitivformel, aber die Sensation ist rechts intensiver und erscheint bei gewissen niederen Graden der Stromstarke ebendaselbst einseitig Bleibt die Elektrode *a* eines der beiden Ohren (sie werde mit *a* I bezeichnet) an ihrer Stelle, während die des anderen Ohres (die mit *a* II bezeichnet werde) aus demselben einfach entfernt oder in der entfernteren Umgegend des Ohres II aufgesetzt wird, so reagirt Ohr II in der paradoxen Formel. Rückt *a* II dann näher zu ihrem Ohre heran, so schweigt Ohr II, wenn niedere, oder reagirt gleichsinnig mit dem anderen Ohre, wenn höhere Stromstärken angewendet werden. Sicher finden letztere beiden Fälle nur dann statt, wenn die Ansatzstelle gehörig durchfeuchtet ist; beim ersten Ansetzen der Elektrode tritt leicht noch die paradoxe Formel auf.

2. Elektroden *a*, *a* je eine in einem Ohre, Elektrode *B* am Nacken.

Gleichzeitige gleichsinnige Reaction beider Ohren, rechts stärker; bei niederen Stromstärken ebendaselbst nur einseitig.

3. *a*, *a* in den Ohren; *B* wird in mehreren Absätzen einem der beiden Ohren vom untersten Halswirbel aus über die entsprechende Seite des Halses hinweg genähert.

---

* Primitivreaction nennt Brenner die bei directer Behandlung des Ohres auftretende Reaction, im Gegensatze zu der paradoxen Reaction.

Je mehr sich *B* dem Ohre nähert, um so schwächer wird die Reaction dieses Ohres im Gegensatz zum anderen Ohre; sobald *B* aber den *Proc. mastoideus* selbst berührt, so reagirt das entsprechende Ohr so, als wenn es mit *B* allein behandelt wäre, nämlich in der Umkehrung der Formel. Leicht erklärt sich diese Erscheinung daraus, dass das Ohr bei dieser Stellung der Elektroden von *B* mit ganzer, von *a* nur mit halber Sromdichte getroffen wird.

Auffallend ist Folgendes: Wenn die ungetheilten Elektroden, *A* seitlich am Halse ungefähr in der Mitte zwischen letztem Halswirbel und *Proc. mastoideus*, *B* in einer Hand ruhen, so reagirt das Ohr der der Elektrode *A* entsprechenden Seite, welches Ohr I genannt werden möge, bei niederen und mittleren Stromstärken gar nicht, während dagegen Ohr II in der paradoxen Formel reagirt. Nur bei verhältnissmässig hohen Stromstärken und sehr gut durchfeuchteter Haut tritt auch im Ohre I Reaction auf, und zwar im Sinne desjenigen Poles, welcher der Elektrode *A* entspricht.

Endlich wurde die Elektrode *A* in einem Ohre fixirt, während *B* über den Vorderkopf hinweg nach dem anderen Ohre zu wanderte. In diesem Falle reagirte so lange nur das der Elektrode *A* entsprechende Ohr, und zwar im Sinne des dieser Elektrode entsprechenden Poles, bis die wandernde Elektrode *B* in die Schläfengegend der anderen Seite gelangte, worauf auch das andere Ohr reagirte, aber selbstverständlich umgekehrt, nämlich im Sinne des anderen Poles. Auch diese Erscheinungen fügen sich harmonisch an einander unter der Voraussetzung, dass die Reizung auf directer Durchströmung des Hörnervenapparates beruhe.

So klein in diesem Falle, zu dessen Beurtheilung die otiatrische Inspection keinen Anhalt darbot, auch der Unterschied in der Functionsstörung auf beiden Seiten war, so liess sich doch, wie man gesehen hat, die mit dem Grade der Functionsstörung parallel gehende gradweise Verschiedenheit der Erkrankung beider Hörnerven mit solcher Sicherheit und Deutlichkeit nachweisen, dass sie, was bei subjectiven Erscheinungen noch mehr sagen will, als bei objectiven, zum Gegenstande einer öffentlichen Demonstration gemacht werden konnte.

Der folgende Fall, in welchem bedeutende anatomische Veränderungen nachweisbar waren, hat mancherlei Aehnlichkeiten mit dem eben beschriebenen, scheint mir aber in Bezug auf die elektrische Differentialdiagnose des Zustandes beider Ohren noch instructiver zu sein. Da dieser Fall im therapeutischen Theile benutzt werden wird, so gebe ich den mir gelieferten otiatrischen Befund unverkürzt wieder.

Neunzehnte Beobachtung.

K. M., 45jähriger Officier, leidet seit 15 Jahren an Schwerhörigkeit und heftigem unausgesetzten Ohrensausen auf dem linken Ohre, seit 5 Jahren auch auf dem rechten Ohre. Ausserdem leidet Patient seit 15 Jahren an häufig wiederkehrenden Nervenzufällen, welche darin bestehen, dass er, etwa drei Male monatlich, von einem Ohnmachtsgefühl befallen wird, welches ihn zwingt, stundenlang in horizontaler Lage zu verharren. Manchmal, wenn er beim Beginn des Anfalles nicht schnell einen Stütz-

punct sucht, fällt er auch, unfähig sich aufrecht zu erhalten, auf den Boden nieder. Krämpfe und Bewusstlosigkeit sind mit diesen Anfällen nicht verbunden. In den Zwischenzeiten ist Patient, abgerechnet das Ohrenleiden, vollkommen gesund. Als Ursache des Leidens wird eine vor 15 Jahren im Kriege empfangene Kopfcontusion angegeben.

Die zunächst vorgenommene elektrische Untersuchung ergab Folgendes:

Rechtes Ohr.

X X 100 *Ka S K'* (dumpfes Klingen).
Ka D K ∞.
Ka O —.
A S —.
A D —.
A O k >.

Also einfache Hyperästhesie. Die *E* II ging bis *X X* 50, die *E* III bis *X X* 30 hinunter.

Linkes Ohr.

X X 20 *Ka S K'* (helles, die Kopfhälfte erfüllendes Klingen).
Ka D K ∞.
Ka O —.
A S —.
A D —.
A O K >

Also Hyperästhesie höheren Grades. Sie ist zu gross, als dass bei *X X* Elementen die *E* II und *E* III festgestellt werden könnten

Links genügt das Ansetzen der Elektrode *A* an irgend einen Punct der entsprechenden Schädelhälfte, um Gehörssensation hervorzurufen; rechts ist es nur vom Gehörgange und der nächsten Umgebung des Ohres aus möglich

Auf dem linken Ohre zeigt sich nun aber auch die paradoxe Formel, sobald das rechte Ohr in die Kette genommen wird, und zwar schon bei Stromstärken, bei welchen rechts noch jede Gehörsempfindung ausbleibt. Beim Aufsetzen der Elektrode *A* auf dem rechten Ohre (die Elektrode *B* behält in allen Versuchen ihre unveränderte Stellung im Nacken) stellen sich demnach die Erscheinungen, wie folgt:

	Rechtes Ohr.	Linkes Ohr.
X X 50	*Ka S* —	—.
	Ka D —.	—.
	Ka O —.	—.
	A S —.	*k*.
	A D —.	—.
	A O —	—.
X X 70	*Ka S* —.	—.
	Ka D —.	—.
	Ka O —.	—.
	A S —.	*k*.
	A D	*k* >
	A O —	—.

	Rechtes Ohr.	Linkes Ohr.
X X 90	*Ka S k.*	—.
	Ka D —.	—.
	Ka O —.	—.
	A S —.	*K.*
	A D —.	*k* ∞.
	A O —.	—
X X 100	*Ka S K'.*	—.
	Ka D k ∞.	—.
	Ka O —	—.
	A S —.	*K'.*
	A D —.	*K* ∞.
	A O k >	—.
X X 150	*Ka S K'*	—
	Ka D K ∞.	—
	Ka O —.	*k.*
	A S —.	*K''.*
	A D —.	*K* ∞.
	A O K >.	—.

Während in dem vorhergehenden Falle das subjective Sausen bei keiner Stromesrichtung wesentlich geändert wurde, wurde es hier bei directer Behandlung beider Ohren während *A D* sehr gedämpft, ohne jedoch vollkommen zu schweigen. Bei Hervorrufung der paradoxen Reaction auf dem linken Ohre trat, entsprechend dem paradoxen Charakter der Erscheinung, die Dämpfung des Sausens in diesem Ohre dann ein, wenn das andere Ohr sich unter der Einwirkung der *Ka D* befand. Dieses Verhalten habe ich in allen Fällen ohne Ausnahme beobachtet, in welchen neben der paradoxen Reaction zugleich ein subjectives Sausen bestand, welches bei directer Behandlung des Ohres durch die Anode gedämpft wurde. (Ein vollkommenes Erlöschen des Sausens während der Stromesdauer habe ich niemals beobachtet, sobald die paradoxe Reaction, sei es einseitig oder doppelseitig, vorhanden war.) Vom linken Ohre aus war die paradoxe Reaction im rechten bei keiner Stromstärke hervorzurufen, ebensowenig eine Dämpfung des Sausens.

Ich durfte demnach auf Grund der elektrischeu Untersuchung eine tiefere Erkrankung des linken Ohres annehmen. Die nunmehr vorgenommene Untersuchung der Hörfähigkeit ergab in Uebereinstimmung hiermit, dass links die Flüstersprache gar nicht und überhaupt nur diejenigen Worte vernommen wurden, welche bei verschlossenem rechten Ohre laut in das linke hineingeschrieen wurden. Rechts wurde Flüstersprache aus einer Entfernung von 6″, laute Sprache aus einer Entfernung von 20″ veruommen.

Ich war nunmehr begierig zu erfahren, welche Ergebnisse die otiatrische Untersuchung liefern würde, und bat den Dr. Ockel, dieselbe auszuführen. Der mir von Diesem übermittelte Befund ist folgender:

Rechtes Ohr: Gehörgang trocken. Leicht getrübtes Trommelfell. Der Hammerstiel sehr deutlich sichtbar, breit-geröthet (congestiv).* Der *Proc. brevis* hervorragend (weisses, lichtreflectirendes Knöpfchen). Unterhalb des *Umbilicus* eine kleine

* Wahrscheinlich der Effect einer kurz vorhergegangenen galvanischen Sitzung.

Kalkablagerung. Lichtreflex fehlt. Hörweite für die Uhr 4'' Knochenleitung durch die Zähne.

Linkes Ohr: Gehörgang trocken Leicht getrübtes Trommelfell. Der Hammerstiel steht beinahe horizontal, so dass das Trommelfell in 2 Theile getheilt erscheint, von denen der untere nach Innen gezogen ist Hörweite für die Uhr 0. Gar keine Knochenleitung weder durch den Schädel noch durch die Zähne.

Bei der Katheterisation dringt die Luft sehr deutlich in die Trommelhöhlen, ohne jedoch stark an das Trommelfell zu schlagen. Obgleich dieses Eindringen objectiv (bei der Auscultation) für das linke Ohr deutlicher und kräftiger ist als für das rechte Ohr, so verhält es sich subjectiv umgekehrt, also Anästhesie im linken Ohre. Die Luftdouche bleibt ganz ohne Einfluss auf die Hörweite

Vergleiche den von Hagen mitgetheilten Fall * von einseitiger paradoxer Reaction bei einem an einer rheumatischen Faciallähmung leidenden 10jährigen Knaben. Auch hier machte der elektrische Strom eine ganz ähnliche diagnostische Leistung möglich. Interessant ist dieser Fall ferner noch dadurch, dass das Gehörleiden (vielleicht) ein frisches war.

Noch interessanter und verwickelter wird die Erscheinung der paradoxen Reaction dann, wenn das Ohr bei directer Behandlung eine pathologische veränderte Formel zeigt. Ich gebe im Folgenden die Beobachtung eines solchen Falles, welcher sich ausserdem durch eine sehr deutliche viergliedrige Scala der Gehörsemfindungen auszeichnet.

Zwanzigste Beobachtung.

O. W., 42jähriger Handwerker, blass und schlecht genährt, ist seit 20 Jahren schwerhörig und mit heftigem Sausen behaftet. Letzteres belästigt ihn unaufhörlich, ist aber zeitweise so stark, dass er zu jeglicher Arbeit unfähig wird. Das linke Ohr hört schlechter als das rechte und ist auch der Sitz des heftigeren Sausens.

Die Schwerhörigkeit des Kranken ist so gross, dass die Unterhaltung mit ihm sehr erschwert ist. Nur überlaut und in grosser Nähe vom rechten Ohre Gesprochenes versteht er. Mit dem linken Ohre ist er überhaupt nicht fähig, Gesprochenes zu verstehen.

Der mir übergebene otiatrische Befund lautet folgendermaassen:

Beide Trommelfelle etwas nach Innen gezogen, getrübt. Hammerstiel deutlich, rechts etwas über die Fläche des Trommelfelles hervorragend. Lichtreflexe an den richtigen Stellen, doch kleiner. Die Luft dringt frei in die *Cava tympani* und schlägt auf das Deutlichste an die Trommelfelle. *NB.*: Das vordere Segment der Trommelfelle nicht sichtbar wegen Krümmung der Gehörgänge. Hörweite für die Taschenuhr links — 0, rechts + 0. Knochenleitung durch die Zähne.

Dieser Befund steht offenbar im grössten Missverhältniss zu dem hohen Grade der Functionsstörung. Bei viel besser hörenden Personen kommen viel gröbere anatomische Veränderungen vor. Ebenso wenig erklärt der Befund die Verschiedenheiten der functionellen Störung zwischen beiden Ohren

Die elektrische Untersuchung ergiebt Folgendes:

In beiden Ohren entsteht schon bei XX 10 $Ka\ S$ Klingen, es wird daher die Elementenzahl auf die Hälfte reducirt, um grösseren Spielraum für die Untersuchung zu gewinnen, und die Elektrode A am rechten Ohre aufgesetzt.

---

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XIII, 1867.

	Rechtes Ohr.	Linkes Ohr.
N 400	*Ka S F* (Fliegensummen).	—.
	Ka D f ∝.	—.
	Ka O —.	—.
	A S —.	—.
	A D —.	—.
	A O f >.	—.
N 600	*Ka S K* (Uhrenschall).	—.
	Ka D k ∝.	—.
	Ka O —.	—.
	A S K (Geräusch eines zerbrechenden Glases).	—.
	A D k > (desgleichen).	—.
	A O F >.	—.
N 800	*Ka S K′* (Uhrenschall).	—.
	Ka D K ∝.	—.
	Ka O —.	—.
	A S K (Geräusch eines zerbrecheuden Glases, etwas nach links hinüber klingend).	*k*.
	A D K > (desgleichen).	—.
	A O k > (Uhrenschall).	—.
N 1000	*Ka S K″* (Anschlagen eines grossen Metallbleches).	—.
	Ka D K ∝.	—.
	Ka O —.	—.
	A S —.	*K′* (metallisches Kliugen).
	A D —.	*K* ∝ (desgleichen).
	A O K > (Uhrenschall).	—.
N 1200	*Ka S K″* (sehr naher und lauter Uhrenschall).	—.
	Ka D K ∝.	—.
	Ka O —.	*K* > } (wie vorher).
	A S —.	*K′* } (wie vorher).
	A D —.	*K* ∝ } (wie vorher).
	A O K > (entfernterer Uhrenschall).	—.

Die Elektrode *B* ruhte hierbei uuverrückt im Nacken. Wenn sie in die Hand oder an irgend einen anderen Puuct des Rumpfes oder der Glieder wanderte, so blieben sich die Erscheinungen gleich, nur wuchsen die die Stromstärke bezeichneuden Ziffern. Die Elektrode *A* konnte in dem Gehörgang oder in der Umgebung des rechteu Ohres aufgesetzt werden, ohne dass dadurch an deu Erscheinungen selbst ebenfalls etwas geändert wurde.

Wurde die Elektrode *A* im liuken Ohre aufgesetzt, so erfolgte in analoger Weise die paradoxe Reaction im rechteu Ohre. Die Primitivreactionen des linken Ohres zeigten genau dieselbe Scala, traten aber bei niedrigereu Stromstarken auf, während die paradoxen Reactionen des rechten Ohres etwas höheren Stromstärken entsprachen.

Dieser Kranke hat mir vielfach zu Demonstratioueu gedient, und die Sicherheit, mit welcher ich jede einzelne von deu augeführten verschiedenen Gehörssensationen hervorrufen und die Reaction bei unverrückten Elektroden von dem einen Ohr in das andere verweisen konnte, war stets eine unfehlbare. Wenn ich bei einer Stromstärke,

bei welcher, wie oben bei X 1200 angeführt wurde, im behandelten Ohre die Formel für einfache Hyperästhesie. im anderen die paradoxe Formel in ihrer Vollständigkeit auftrat, den Strom durch einen selbstthätigen Unterbrechungsapparat leitete, so entstand intermittirendes Klingen in beiden Ohren und bei beiden Richtuugen des Stromes. Es ist dies sehr leicht erklärlich, denn wenn das rechte Ohr mit der Elektrode A in Verbindung stand, und diese Kathode war, so wurden die Schliessungen vom rechten, die Oeffnungen vom linken. war aber die Elektrode A Anode, so wurden die Schliessungen vom linken. die Oeffnungen vom rechten Ohre beantwortet. —

Noch habe ich Melduug zu machen von einer sehr eigenthümlichen Form der Reaction, welche ich — ob zufällig oder nicht, wage ich ebensowenig zu entscheiden, als ich behaupteu zu dürfen glaube, dass diese Form der Reaction uur in eigenthümlichen Veränderungeu des hyperasthetisch erkrankten Nerven und nicht zum Theil auch ausserhalb desselben ihre Ursache habe — nur in Fällen von Hyperästhesie mit paradoxer Reaction des nicht armirten Ohres und zwar nur in einigen wenigen Fällen aufgefunden habe Ich will noch anführen, dass alle diese Fälle ausserdem bedeutende Trübungen und Verdickungen des Trommelfelles aufwiesen und in der Tiefe des Ohres anderweitige Ablagerungen von Krankheitsproducten vermuthen liessen. Der Hörnerv, weit entfernt bei den ersten, zur Auffindung der E I angestellten, Kettenschliessungen mit der Bereitwilligkeit eines hyperasthetischen Nerven zu reagiren, bedurfte vielmehr ungewöhnlich hoher Stromstärken, ehe er mit einer Gehörsempfindung antwortete. Einmal erregt, gerieth er nun aber sofort in einen Zustand solcher Exaltation, dass er alle Zeichen hochgradiger Hyperästhesie aufwies, und es waren demzufolge die E II und E III durch ungeheuere Abstände von der E I getrennt. Ich notire im Folgenden das Protocoll eines solchen Falles:

$N N$ 10, 20, 30, 40, 50 bis 700 $Ka\ S$: Keine Reaction.
$N N$ 800 $Ka\ S\ K'$ (heftiges Glockenklingen).
$Ka\ D\ K >$.
$Ka\ O$ —.
$N N$ 700 bis hinunter zu 30 $Ka\ S$: Dieselbe Reaction, nur von geringerer Intensität.

Wurden nunmehr Wendungen von der Anode auf die Kathode ausgeführt, so reagirte der Nerv noch ziemlich stark auf die minimale Stromstärke von $N N$ 10, und es war demnach die Batterie zu stark, um die Grösse der E III feststellen zu können.

Es war also in diesem Falle die Erregbarkeit folgendermaassen zu formuliren:

$N N$ 800 $Ka\ S\ K'$: E I
$N N$ 30 $Ka\ S\ K$: E II 770.
Weniger als: $N N$ 10 $Ka\ S\ k$: E III 770, ?

Die E II hielt sehr lange an. und man musste viele Minuten verstreichen lassen, um wieder bis $N N$ 700 aufsteigen zu können, ohne vom Hörnerven eine Antwort zu erhalten

Wiederholte Sitzungen gaben ausnahmslos streng dasselbe Resultat. Die paradoxe Reaction des nicht armirten Ohres hielt in Bezug auf die Leichtigkeit ihres Auftretens genau dasselbe Gesetz inne. War aber auf einem der beiden Ohren die paradoxe Reaction einige Male hervorgerufen worden, so genügte auch dies, um den Hörnerven dieser Seite so zu exaltiren, dass, wenn er nunmehr direct behandelt wurde, die E I eine viel niedrigere Ziffer hatte, als wenn mit der directen Reizung dieses Nerven der Anfang gemacht worden wäre.

In zweien der von mir beobachteten Fälle war diese auffallende Form der Reaction nur einseitig vorhanden. Eine von diesen Beobachtungen stammt aus den ersten Zeiten meiner Untersuchungen, und habe ich dieselbe bereits in einer meiner vorläufigen Mittheilungen angeführt. *

E. Die krankhaften subjectiven Gehörsempfindungen.

Jedermann kennt dieses peinigende, sinnverwirrende Leiden, welches von Alters her die *crux* der Aerzte und der Kranken ist, einen störenden Einfluss auf das Centrum des Nervensystems ausübt und schon zu Selbstmord geführt hat. Täglich kann man die Beobachtung machen, dass die Kranken flehentlich bitten, sie nur von dem Ohrensausen zu befreien, und sich dagegen gern bereit erklären, auf eine Besserung ihrer Hörfähigkeit zu verzichten. Leider ist in sehr vielen Fällen der Ohrenarzt machtlos gegen dieses Uebel, dessen Natur und Ursachen sehr verschieden, häufig aber vollkommen unbekannt sind.

Dieses Leiden ist sehr häufig ein Symptom der von mir auf den vorangegangenen Blättern geschilderten Hyperästhesie des akustischen Nerven, und ich habe aus diesem Grunde Gelegenheit und Veranlassung in Fülle gehabt, dasselbe zu beobachten und insbesondere den Einfluss des elektrischen Stromes auf dasselbe zu studiren. Dieses Studium hat zu mannigfaltigen und überraschenden Resultaten geführt, von denen ich ganz insbesondere hoffe, dass das Publicum der Ohrenärzte ihnen ihre Aufmerksamkeit nicht versagen werde.

Dass die Ursachen des Ohrensausens sehr verschieden sind, ist allbekannt. Anämie, Chiningebrauch, Verstopfung des äusseren Gehörganges, Katarrh des Mittelohres und die verschiedenartigsten anatomischen Veränderungen im Ohre, sowie andere Krankheitszustände können Ursachen dieses Leidens werden. In einigen Fällen kann *ex nocentibus et juvantibus* auf die Natur des Uebels zurückgeschlossen werden, in den allermeisten Fällen aber, namentlich, wo es als Symptom chronischer Ohrenkrankheiten vorkommt, ist es unmöglich, eine durchsichtige und erschöpfende Erklärung desselben zu geben; insbesondere bleibt es häufig vollkommen ungewiss, ob das Leiden, bei dem man doch ungesucht an den Nerven denken muss, in diesem selbst, oder in ausserhalb desselben bestehenden Veränderungen seine Ursache habe.

Ich werde Thatsachen anzuführen haben, von denen ich hoffen zu dürfen glaube, dass sie geeignet seien, in dieser Beziehung unsere diagnostische Fähigkeit zu erweitern.

---

* *Weitere Mittheilungen zur Elektro-otiatrik. St. Petersb. med. Zeitschrift*, Bd. V. 1863.

Die subjectiven Gehörsempfindungen haben einen ausserordentlich verschiedenen Charakter. Sehr häufig sind: das summende Geräusch einer kochenden Theemaschine, ferner Zischen, Zirpen, Zwitschern, Rollen, Klingen und dergleichen. Die Gehörssensationen sind bald continuirlich, bald intermittirend. In letzterem Falle simuliren sie oft das Platzen einer Saite, das Springen eines Glases, mächtige Explosionen groben Geschützes, und gehen Hand in Hand mit Reflexzuckungen im Muskelsysteme, mit allen Zeichen des Schreckens, welchen objective Geräusche der Art zu erzeugen pflegen. Mitunter werden ganz bestimmte musikalische Töne, ja sogar melodische Gruppirungen verschiedener Töne gehört. Nicht selten ist der Charakter der Geräusche auch bei demselben Individuum ein wechselnder, und endlich können meinen Beobachtungen zu Folge zweierlei Geräusche von verschiedener Tonfarbe gleichzeitig neben einander bestehen, sowie auch zu einem continuirlichen ein intermittirendes Geräusch sich hinzugesellen kann. Was den Ort betrifft, an welchen die subjectiven Gehörsempfindungen verlegt werden, so scheiden sich dieselben meinen Beobachtungen zu Folge in drei Gruppen, welche, wie mir scheint, auf verschiedene Ursache und Natur des Leidens deuten und daher auseinandergehalten zu werden verdienen. Bei der ersten Gruppe werden die Gehörsempfindungen ganz bestimmt nach Aussen verlegt und geben daher zu Verwechslungen mit objectiven, auch von Anderen vernehmbaren Geräuschen Veranlassung. Hierhin gehört z. B. die Empfindung von Wagenrollen, die sich oft genug in der Reconvalescenz nach erschöpfenden Krankheiten auf sehr lästige Weise bemerklich macht. Die zweite Gruppe von subjectiven Gehörsempfindungen besteht aus Geräuschen, als deren Sitz das Ohr selbst bezeichnet wird. Die dritte Gruppe von subjectiven Geräuschen endlich wird weder nach Aussen verlegt, noch im Ohre vernommen, sondern vielmehr im Kopfe selbst, und zwar bei einseitigem Leiden oft ziemlich deutlich in derjenigen Schädelhälfte, welche dem leidenden Ohre entspricht. Der Sitz dieser in das Innere des Kopfes selbst verlegten Geräusche wechselt in verschiedenen Fällen zwischen der Gegend der mittleren Hirnparthieen und des Kleinhirns. Es kommen Geräusche vor, welche entschieden nur im letzten Theile des Hinterkopfes vernommen werden; dagegen habe ich solche niemals beobachtet, als deren Sitz der Vorderkopf bezeichnet worden wäre.

Die genannten Gruppen können aber auch gleichzeitig neben einander bestehen; insbesondere compliciren sich sehr häufig, und zwar in Fällen tiefen und alten Ohrenleidens, die beiden letztgenannten Gruppen. Es wird in solchen Fällen das „Kopfsausen" von dem eigentlichen Ohrensausen von beobachtungsfähigen Kranken sehr bestimmt unterschieden. Beide haben nicht nur einen verschiedenen Sitz, sondern auch eine verschiedene Ton-

höhe und Klangfarbe, und können unabhängig von einander in ihrer Intensität wechseln, so dass bald dieses bald jenes vorherrscht, bald beide in gleichem Grade zur betrübenden Wahrnehmung gelangen. Auch besitzen beide, wie sich in der Folge zeigen wird, eine verschiedene Natur und entspringen verschiedenen Ursachen, so zwar, dass das eine heilbar, das andere unheilbar, das eine dem heilenden Einflusse des elektrischen Stromes, das andere dem des Katheterismus oder anderer Mittel zugänglich sein kann.

Was nun das Verhalten dieses Symptomes betrifft, gegenüber der Einwirkung des elektrischen Stromes, so muss ich meinen Beobachtungen zu Folge ebenfalls drei Gruppen unterscheiden.

I. Die erste Gruppe ist diejenige, deren Ursache ich in dem, sei es primär oder secundär erkrankten, Nerven selbst suchen zu dürfen glaube. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass der elektrische Strom einen dämpfenden Einfluss auf die subjectiven akustischen Empfindungen ausübt. Es unterscheiden sich aber die zu dieser Gruppe gehörigen Geräusche sehr wesentlich und scharf von einander je nach dem verschiedenen Verhalten, welches sie gegenüber den verschiedenen Momenten, welche der elektrische Reiz darbietet, einnehmen, und je nach dem verschiedenen Grade, in welchem die Dämpfung des Sausens eintritt. Es lassen sich nämlich folgende Unterabtheilungen feststellen:

1. Bei Einwirkung von *A S* in einer gewissen Stromstärke hört das subjective Sausen sofort und vollkommen auf und kehrt während *A D* nicht wieder, die Kette möge noch so lange geschlossen bleiben. Wenn jetzt bei unverminderter Stromstärke die Kette geöffnet wird, so tritt das Sausen sofort und in meist erhöhtem Grade wieder ein, und zwar um so stärker, je höher die Stromstärke, und je länger die vorangegangene Stromesdauer war. *Ka S* und *Ka D* vermehren das Sausen, *Ka O* hingegen, besonders bei hoher Stromstärke und nach vorhergegangener langer Stromesdauer, hat einen verringernden oder ganz aufhebenden Einfluss auf das Sausen, der aber meist nur sehr kurze Zeit hindurch, oft nur einen Moment lang sich bemerklich macht.

In ausgezeichneten Fällen dieser Art, welche nicht selten sind, ist das vollkommene und plötzliche Verschwinden des quälenden Symptomes bei der Einwirkung von *A S* und *A D* so überraschend, dass die Kranken ihrem glückseligen Erstaunen beredte Worte leihen; es fällt ein Schleier von ihren leidenden Gesichtszügen, und sie bitten, die Einwirkung des Stromes andauern zu lassen.

Diese Art des Sausens beobachtete ich nur in Fällen von einfacher Hyperästhesie des Hörnerven.

Das Minimum der Stromstärke, bei welchem *A S* das Sausen aufhebt, entspricht genau derjenigen niedrigsten Stromstärke, bei welcher *Ka S*

eine Gehörssensation erzeugt. Unterhalb dieses Minimums, wo die durch *Ka S* hervorgerufene akustische Empfindung undeutlich wird, oder ganz ausbleibt, geschieht dasselbe mit dem Einflusse von *A S* auf das subjective Sausen. Dieser Parallelismus geht noch weiter. Die das Sausen beschwichtigende Wirkung der *A S* richtet sich nämlich in Bezug auf die erforderliche Stromstärke nicht blos nach der *E* I, wie so eben erörtert wurde, sondern es kann, durch dieselben Kunstgriffe, durch welche ich die *E* II und *E* III im Nerven herstellte, (s. Versuch 38, 39, 40 ff.) die Stromstärke unter das ursprüngliche Minimum verringert werden, ohne das die *A S* ihren Einfluss auf das subjective Sausen verliert. Man kann demnach zunächst durch wiederholte Unterbrechungen des Stromes bei ungeänderter Richtung desselben, und sodann durch Wendungen des Stromes von der Kathode auf die Anode bei den der *E* II und *E* III entsprechenden verminderten Stromstärkeu das subjective Sausen durch *A S* zum Verschwinden bringen. So wie bei Herstellung der *E* III die *Ka S*-Reaction bei um so kleineren Stromstärken auftritt, je länger die der Wendung vorhergehende *A D* währte, so gelingt auch das Dämpfen des Sausens durch *A S* bei um so kleineren Stromstärken, je länger die der Wenduug vorangehende *Ka D* währte.

2. Das Sausen wird d u r c h *A S* in verschiedenem Grade v e r m i n d e r t, aber nicht völlig aufgehoben. *A O* und *Ka S* vermehren dasselbe nicht so entschieden als in der vorigen Art. Am deutlichsten tritt in solchen Fällen die Dämpfung des Sausens ein, wenn eine Wendung von der Kathode auf die Anode gemacht wird.

3. Das Sausen wird durch alle diejenigen Reizmomente, welche akustische Sensationen hervorrufen, also d u r c h *Ka S*, *Ka D* und *A O* v e r m i n d e r t, aber nicht aufgehoben. *A S*, *A D* und *Ka O* hingegen üben keinen verringernden Einfluss auf das Sausen aus. Diese Art der Dämpfung darf nicht mit derjenigen verglichen werden, welche *A S* in den vorher erörterten Arten des Leidens ausübt; denn eigentlich und zunächst besteht sie nur darin, dass das subjective Sausen durch die hiuzutretende galvanische Gehörsempfindung übertönt und verdeckt wird. Wenn man indessen in solchen Fällen die Einwirkung der genannten Reizmomente häufig wiederholt, d. h. also, den Nerven zu einer häufig wiederholten Aeusserung seiner specifischen Thätigkeit zwingt, so bemerkt man, dass nach dieser Operation eine mehr oder weniger lange anhaltende Dämpfung des Sansens zurückbleibt.

Diese Wirkung glaube ich auf Gymuastik des Höruerven beziehen zu dürfen. Die pathologische Unart, welche er sich in seiner Unthätigkeit angewöhnt, wird durch die künstlich eingeleitete Thätigkeit vermindert.

II. Die zweite Gruppe subjectiver Gehörsempfindungen besteht aus zweierlei verschiedenen aber gleichzeitigen Geräuschen, deren eines seinen Grund im Nerven selbst, das andere ausserhalb desselben haben dürfte. Mitunter werden diese beiden Arten von Sausen auch verschieden localisirt; es wird z. B. das eine als Kopfsausen, das andere als Ohrensausen bezeichnet, wie bereits früher angegeben wurde. In anderen Fällen findet eine deutliche Localisation überhaupt nicht statt, oder beide Arten von Sausen werden an denselben Ort verlegt und nur nach ihrer Tonfärbung oder ihrem Rhythmus unterschieden. Es besteht z. B. neben dem zischenden Geräusch eines Theekessels noch ein davon unterschiedenes Klingen. Oder es gesellt sich zu dem continuirlichen Klingen noch ein Geräusch von intermittirendem Charakter, wie Zwitschern oder Wagenrollen, oder pulsartiges Klopfen.

Das Eine von diesen Geräuschen nun unterliegt in der vorher angegebenen Weise dem dämpfenden oder völlig aufhebenden Einflusse des galvanischen Stromes. Es ist dasjenige, welches ich auf Erkrankung des Nerven selbst beziehen zu dürfen glaube. Auf das Andere dagegen hat der Strom nicht den mindesten Einfluss, weder einen dämpfenden noch einen steigernden, und ich suche die Quelle desselben ausserhalb des Nerven.

In ausgezeichneten Fällen dieser Art, wo der vermindernde sowohl als der steigernde Einfluss des Stromes auf die eine Art des Sausens sehr deutlich entwickelt war, konnte ich durch die entsprechende Wahl der Reizmomente mit Sicherheit darüber disponiren, welche von den beiden Arten von Geräuschen in den Vordergrund und welche in den Hintergrund treten sollte, so lange die Einwirkung des Stromes währte.

III. Die dritte Gruppe subjectiver Gehörsempfindungen möchte ich hinsichtlich ihres Entstehungsgrundes gänzlich ausserhalb des Nerven suchen. Bei keiner Stromstärke und durch keinen der verschiedenen erwähnten Kunstgriffe gelingt es, den Charakter oder die Intensität der Empfindung irgendwie zu verändern.

Noch will ich einige Worte sagen über die Art, wie sich die subjectiven Gehörsempfindungen dem elektrischen Strome gegenüber verhalten in den oben geschilderten Fällen, in welchen der Nerv des nicht armirten Ohres in der paradoxen Formel reagirt. Der Modus dieser Reaction ist, wie erwähnt, genau so, als würde der betreffende Nerv in der dem armirten Ohre entgegengesetzten Richtung vom Strome durchflossen. Nennen wir dieses Ohr A und jenes B, so giebt B, wenn A mit der Kathode behandelt wird, (während die zweite Elektrode an einer indifferenten Stelle, z. B. in der Hand, die Kette schliesst) dieselbe Antwort, welche es geben würde, wenn es direct mit der Anode behandelt würde, und umgekehrt. Genau dasselbe Verhalten findet nun auch, wenn subjective Gehörsempfindungen

bestehen, die dem dämpfenden Einfluss des Stromes unterliegen, in Bezug auf diese statt.

Wird das Sausen in dem armirten Ohre durch *A S*, *A D* und *Ka O* gedämpft, durch *Ka S*, *Ka D* und *A O* verstärkt, so gestaltet sich die Erscheinung folgendermaassen:

	Armirtes Ohr.	Nicht armirtes Ohr.
Ka S *Ka D*	Verstärkung des Sausens.	Dämpfung des Sausens.
Ka O	Dämpfung des Sausens.	Verstärkung des Sausens.
A S *A D*	Dämpfung des Sausens.	Verstärkung des Sausens.
A O	Verstärkung des Sausens.	Dämpfung des Sausens.

Wenn man hingegen, um diese Contraste zu umgehen, die eine von beiden Elektroden theilt und nun beide Ohren gleichnamig armirt, so ist man im Stande, in beiden gleichzeitig das Sausen zu dämpfen oder zu verstärken.

2. Veränderung der Reactionsformel ohne gleichzeitige Hyperästhesie.

Ich habe oben die Art der Hyperästhesie geschildert, in welcher der Modus der Reaction genau die Umkehrung des normalen Modus darstellt.

Es kann nun, um bei der früher erörterten genetischen Anschauung zu bleiben, bei noch tieferer und längerer Krankheit des Hörnervenapparates die abnorme Leichterregbarkeit desselben für den elektrischen Reiz wieder verloren gehen, während dagegen die Umkehrung der Formel bestehen bleibt. Es bietet dann der Hörnerv bei der elektrischen Reizung die folgenden Erscheinungen dar.

A. Umkehrung der Normalformel.

Von den vier hierher gehörigen Fällen, welche ich beobachtet habe, gebe ich den folgenden wieder, weil hier die Erkrankung des Hörnerven nur einseitig war, keine anatomischen Veränderungen nachgewiesen werden konnten, und weil ich diesen bereits im ersten Anfange meiner Untersuchung aufgefundenen Fall im Verein St. Petersburger Aerzte und ausserdem vor einer grossen Zahl einzelner Collegen demonstrirt habe. * Dass bei der im erwähnten Verein ausgeführten Demonstration der Rheostat

* Vergl. *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. IV Sitzungsprotocoll vom 19. März 1863.

nicht in Gebrauch gezogen wurde, wird der Deutlichkeit und Beweiskräftigkeit des Ergebnisses keinen Abbruch thun.

Ich halte diese Beobachtung für eine der wichtigsten unter allen, welche ich hier mitgetheilt habe, und habe mich aus diesem Grunde bemüht, sie von sehr vielen Aerzten controliren und bestätigen zu lassen. Manche von diesen, welche den Fall nur erst vom Hörensagen kannten, schritten mit grosser Zweifellust zur Controle der sonderbaren Erscheinungen; dieselben waren indessen so deutlich und widerspruchlos, dass jeder Zweifel schwinden musste. Ich bin daher im Stande, die Thatsächlichkeit der Erscheinungen auf das Entschiedenste zu betonen, und stelle diesen Fall in Bezug auf die von mir erörterten pathologischen Anschauungen in den Vordergrund.

Ein und zwanzigste Beobachtung.

M. R., 26jähriger Officier. Seit seiner Kindheit nach *Scarlatina* auf dem linken Ohre taub, ohne Sausen. Die Hörfähigkeit ist völlig erloschen. Die Inspection und otiatrische Untersuchung, von verschiedenen Ohrenärzten ausgeführt, ergiebt ausser einer etwas blassen Färbung des Trommelfelles nicht die geringste anatomische Abnormität. Anästhesie der sensiblen Fasern des Ohres ist nicht vorhanden; die elektrische Reizung des *Nerv. facialis*, der *Chorda tympani*, die Hervorrufung von Geschmacksempfindungen erfolgen vom äusseren Gehörgange aus mit der vollkommensten Deutlichkeit und ganz übereinstimmend mit dem rechten Ohre.

Das rechte Ohr ist vollkommen gesund.

Die elektrische Untersuchung des Hörnerven ergiebt Folgendes:

Rechtes Ohr.

IX Ka S K'.
Ka D k>.
Ka O —.
A S —.
A D —.
A O k.

Also die Normalformel.

Linkes Ohr.

IX Ka S —.
Ka D —.
Ka O k.
A S K'
A D k>
A O —

Also die stricte Umkehrung der Normalformel.

Die Ohrelektrode wurde das eine Mal in den rechten, das andere Mal in den linken Gehörgang eingeführt, sonst blieben die Versuchsbedingungen genau dieselben. Die andere Elektrode ruhte in der Hand. Wurde sie im Nacken aufgesetzt, so wurde das Klingen bei ungeänderter Stromstärke intensiver, der Modus der Reaction aber blieb in beiden Ohren unverändert.

Wurden beide Ohren gleichzeitig mit gleichnamigen getheilten Elektroden armirt, während die Kette in einer Hand oder auf dem Nacken durch die andere Elektrode geschlossen wurde, so fand das interessante Verhalten statt, dass beide Ohren die entgegengesetzte Formel der Reaction darboten. Wurden dagegen die beiden Ohren gleichzeitig mit den ungleichnamigen Elektroden armirt, so erfolgte die von beiden auf den elektrischen Reiz gegebene Antwort gleichzeitig.

Die übrigen von mir beobachteten Fälle von Umkehrung waren doppelseitig und betrafen ebenfalls sehr alte und hochgradige Schwerhörigkeit.

B. Anderweitige Veränderungen der Formel ohne gleichzeitige Hyperästhesie.

Wenn ich die so eben geschilderte Krankheitsform aus einer früher bestandenen Hyperästhesie abzuleiten versucht habe, so vermag ich es nicht, diese Anschauung auf alle in diese Abtheilung gehörigen Fälle auszudehnen. Solche, wie der zunächst folgende, scheinen mir vielmehr dafür zu sprechen, dass eine auf den Hörnerven einwirkende Schädlichkeit denselben entweder ohne Weiteres so verändern könne, dass er in anomaler Weise auf den elektrischen Strom reagirt, oder dass — nach Analogie der in späteren Theilen dieser Schrift zu erörternden Vorgänge bei Lähmungen der motorischen Nerven — der den Krankheitsprocess einleitende Zustand erhöhter Erregbarkeit nur sehr kurze Zeit andauert.

Zwei und zwanzigste Beobachtung.

F. P., 30jähriger Gutsbesitzer, hat sich auf einer vor vier Wochen bei windigem und kaltem Wetter unternommenen Reise eine linkseitige Lähmung des *Nerv. facialis* zugezogen. Die Elektrocontractilität ist im Vergleich mit der gesunden Seite sehr vermindert, in einzelnen Muskeln fast erloschen. Die Galvanocontractilität ist in allen gelähmten Muskeln vorhanden, jedoch nicht etwa erhöht (wie es bei den peripherischen Faciallähmungen bekanntlich oft vorkommt), sondern deutlich, wenn auch wenig herabgesetzt. (Diese Herabsetzung ist zu gering, um sie auf die gewöhnliche Weise zur Anschauung bringen zu können. Nur die Einschaltung des graduirten Leitungswiderstandes in Nebenschliessung und die gleichzeitige Behandlung gleichnamiger Puncte beider Gesichtshälften mit gleichnamigen getheilten Elektroden machen es möglich, den geringen Unterschied in der Galvanocontractilität beider Seiten klar zu machen, ja sogar ein Minimum der Stromstärke zu finden, bei welcher auf der gesunden Seite noch Zuckung entsteht, während sie auf der kranken ausbleibt. Ich werde diese Methode, welche bei diagnostischer Bestimmung der Elektro- und Galvanocontractilität viel schärfere und zuverlässigere Resultate gewährt, als die allgemein übliche Verfahrungsweise, in späteren Theilen dieser Schrift eingehender erörtern.) Die Resultate der Reizung sind dieselben, mag die Elektrode auf dem Gesicht, der Innenfläche der Wange, den Zweigen des *Nerv. facialis* oder im Gehörgange aufgesetzt werden. Seit dem Entstehen der Lähmung hört Patient auf dem Ohre der gelähmten Seite schwer (1 Zoll Hörweite für die Taschenuhr, welche auf der

anderen Seite 16 Zoll weit gehört wird), ohne dass die otiatrische Untersuchung anderweitige Anomalieen im Ohre nachweist.

Die elektrische Untersuchung des Gehörnerven ergiebt Folgendes:

Ohr der gesunden Seite.

N N 400 *Ka S K'.*
Ka D k >
Ka O —.
A S —
A D —.
A O K.

Ohr der kranken Seite.

N N 400 *Ka S K.*
Ka D ?
Ka O —.
A S K } unreines Klingen.
A D k }
A O k.

Es ergiebt sich also auf letzterem Ohre eine bemerkenswerthe Abweichung von der Normalformel. Dabei ist keine Spur von Hyperästhesie nachzuweisen; ja der Nerv reagirt, wie sich aus der notirten Formel ergiebt, sogar mit etwas geringerer Intensität auf den Strom, als der Nerv der anderen Seite.

Ich habe aus einer Reihe von fünf Fällen rheumatischer Faciallähmung, bei denen ich, aufmerksam gemacht durch die anomale Reaction des Hörnerven, eine Schwerhörigkeit auf dem Ohre der gelähmten Seite entdeckte, gerade diesen hier wiedergegeben, weil ich ihn zum Gegenstand einer Demonstration im Verein St. Petersburger Aerzte gemacht habe.* Schwerhörigkeit als Symptom solcher Lähmungen des *Nerv. facialis* ist meines Wissens bis dahin nicht beobachtet worden. Wenn man sich fragt, auf welche Weise dieses Symptom entstehe, so liegt es nahe, an die Binnenmuskeln des Ohres zu denken, von denen Einer bekanntlich durch den *Nerv. facialis* innervirt wird. Leider fehlen aber Mittel, um die Thatsache der Lähmung von Binnenmuskeln und die Art dieser Lähmung durch den Strom zu constatiren, da es, wie ich im physiologischen Theile nachzuweisen mich bemüht habe, noch keineswegs feststeht, ob diese Muskeln am unverletzten Menschen durch elektrische Ströme zur Contraction gebracht werden können, und welchen physiologischen Effect diese im Ohre hervorbringen würde. Das Interesse, welches mir diese Beobachtung einflösste, und von dem ich voraussetzte, dass es von Ohrenärzten getheilt werden würde, veranlasste mich, bereits im Jahre 1865, den Dr. Hagen in Leipzig zur Untersuchung von Faciallähmungen, in Bezug auf das Symptom der Schwerhörigkeit und der veränderten Reaction des

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. X. Sitzungsprotocoll vom 22. Febr. 1866.

Hörnerven auf den elektrischen Strom, aufzufordern. Neuerdings hat derselbe in der That einen lehrreichen und vorzüglich beobachteten Fall der Art veröffentlicht,* welcher meine Beobachtungen von Schwerhörigkeit bei peripherischer Faciallähmung, von gleichzeitiger anomaler Reaction des Hörnerven auf den Strom, und von der mit Heilung der Lähmung Hand in Hand eintretenden Heilung des Gehörleidens, bestätigt. In den von mir beobachteten fünf Fällen von unzweifelhaft peripherischer Faciallähmung, welche Schwerhörigkeit und anomale Reaction des Hörnerven auf den Strom im Gefolge hatten, war übrigens die Art, in welcher die Reaction des Hörnerven verändert war, nicht durchgehends dieselbe. Sehr interressant und erfreulich war es mir, als ich später in Erfahrung brachte, dass Herr Dr. Lucae in Berlin die bei rheumatischer Faciallähmung vorkommende Schwerhörigkeit ebenfalls beobachtet und fast gleichzeitig mit mir zum Gegenstand eines Vortrages gemacht hat.** Derselbe erörtert daselbst den Gegenstand vom otiatrischen Standpuncte aus und leitet die Schwerhörigkeit von verstärktem Druck auf das Labyrinthwasser her, was dadurch zu Stande komme, dass der nach den Politzer'schen Untersuchungen vom *N. trigeminus* innervirte *Tensor tympani* das Uebergewicht über seinen gelähmten Antagonisten, den *Stapedius*, erlange und so das Trommelfell und damit die Kette der Gehörknöchelchen nach Innen dränge. Der Versuch, diese scharfsinnige Erklärung zu beweisen, durch einen vom Trommelfell zu nehmenden Abdruck, der die Concavität desselben constatiren sollte, welche durch die Ocularinspection nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte, schlug indessen leider fehl, weil der Abdruck nicht gelang. — So berechtigt nun auch die Vermuthung sein mochte, dass eine Lähmung des *Musc. stapedius* Schwerhörigkeit hervorbringen könne, so musste ich mir doch, da es mir gelungen war, im Hörnerven selbst eine Anomalie aufzufinden, die mich sogar erst zur Entdeckung der dem Kranken selbst nicht bekannten Schwerhörigkeit geführt hatte, gestehen, dass diese letztere auch auf directer Läsion des Hörnerven selbst, durch einen pathologischen Vorgang, der gleichzeitig auch die Lähmung des *Nerv. facialis* herbeiführte, beruhen könne. Auf jeden Fall ist die anomale Reaction auf den elektrischen Strom in einem krankhaften Zustande des Nerven selbst zu suchen; und ob dieser Zustand direct durch Einwirkung des rheumatischen Vorganges auf den Hörnerven selbst, oder indirect durch Lähmung des *Stapedius* hervorgerufen sei, kann mit Sicherheit wohl noch nicht entschieden werden. Einstweilen aber scheint mir die erstere Annahme die plausiblere zu sein, denn die abweichende Reaction

---

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XIII. Sitzungsprotocoll des allgem. Vereins St. Petersburger Aerzte vom 17. October 1867.

** *Verhandlungen der Berliner med. Gesellschaft*, Sitzung vom 17. Januar 1866.

des Hörnerven kann demonstrirt, die Lähmung des *Stapedius* nur vermuthet werden. Von Wichtigkeit für die Beurtheilung des Sitzes einer Faciallähmung dürfte dieser Gegenstand wohl ebenfalls sein.

Drei und zwanzigste Beobachtung.

N. S., 28jähriger Kirchendiener, erlitt vor fast einem Jahre eine linkseitige Faciallähmung und zwar, wie er angab, durch den Scherz eines Kameraden, der ihm im Schlafe einen Eimer Wasser über den Kopf schüttete. Die Muskeln der linken Gesichtshälfte sind ohne Ausnahme vollkommen gelähmt und gänzlich unerregbar für Ströme jeder Art und Stärke, sowohl von der äusseren als inneren Fläche der Wange, als auch von den Zweigen des *Nerv. facialis* und vom äusseren Gehörgange aus. Der Hörnerv der kranken Seite reagirte folgendermassen:

X X 700 *Ka S K.*
Ka D k >.
Ka O —.
A S Zischen.
A D desgleichen, sehr kurz.
A O k.

Das vergleichungsweise sofort untersuchte andere Ohr dagegen ergab die reine Normalformel und zwar schon bei *X X* 600, bei welcher Stromstärke nicht die vollständige so eben notirte Formel auf dem linken Ohre hergestellt werden konnte.

Die auffallende Abweichung von der Normalformel, welche links bestand, veranlasste mich nunmehr, nach der Hörfähigkeit dieses Ohres zu fragen (Patient hatte bisher nur von seiner Faciallähmung gesprochen), worauf ich erfuhr, dass Patient auf dieser Seite taub sei. In der That hörte er, wie sich sofort ergab, links weder die Taschenuhr noch die Sprache. Die auf den Schädel aufgesetzte Stimmgabel wurde noch vernommen. Anatomische Veränderungen im Ohre waren nicht nachzuweisen. Der absolute Mangel an Contractilität der gelähmten Muskeln bei kaum einjährigem Bestehen des Leidens erweckte Zweifel in mir an der peripherischen Natur der Lähmung, und richtete ich, da von einer centralen Ursache bei der gänzlichen Vernichtung der Muskelreizbarkeit erst recht nicht die Rede sein konnte, meine Aufmerksamkeit auf etwa vorhandene intracranielle Lähmungsursachen. Auf genaueres Befragen erfuhr ich nun allerdings, dass bereits längere Zeit vor dem Uebergiessen mit Wasser Schwäche der Gesichtsmuskeln, Herabhängen des unteren Augenlides, Thränenfluss und Empfindungen von Ameisenlaufen in der linken Gesichtshälfte bestanden hatten. Eine geringe Anästhesie der linken Gesichtshälfte konnte ich auch jetzt nachweisen. Andere Anhaltspuncte liessen sich indessen nicht auffinden.

Diese Beobachtung wurde von mir ebenfalls im Verein St. Petersburger Aerzte demonstrirt. *

Vier und zwanzigste Beobachtung.

M. M., 45jährige Frau, seit 10 Jahren auf beiden Ohren schwerhörig. Die Untersuchung ergiebt schwache Trommelfelltrübungen beiderseits, sonst Nichts. Die Taschenuhr wird rechts 1″, links 2″ weit gehört, mittellaute Sprache 16″ weit auf dem

---

* *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. X. Sitzungsprotocoll vom 12. Februar 1866.

linken und fast ebensoweit auf dem rechten Ohre. Sausen ist nicht vorhanden, hat aber früher bestanden. Die elektrische Untersuchung ergiebt folgende Reaction:

Rechtes Ohr.

XX 500 *Ka S* „Zwitschern“
Ka D desgleichen, kurz.
Ka O ?
A S „Rauschen“.
A D desgleichen, kurz.
A O entschiedene Gehörsempfindung von wenig bestimmbarem Charakter; sie wird mit einem klappenden Geräusch verglichen.

Das linke Ohr bot dieselbe Formel dar, mit dem Unterschiede, dass *Ka O* ein kurzes aber deutliches Rauschen hervorbrachte.

Der Charakter der pathologischen Sensationen ist in verschiedenen Fällen ebenso mannigfaltig, wie der der Normalreactionen, ihr Unterschied von den letzteren meist sehr ausgesprochen. Unter den mir vom Dr. HAGEN vorgestellten Kranken, welche mir bei dem früher erwähnten in Leipzig gehaltenen Vortrag zu Demonstrationen dienten, befand sich ein Ohrenkranker, welcher mit einem Heiterkeit erregenden Nachdruck die bei *Ka S* eintretende Sensation als „schmetternde Trompete“, die bei *A S* eintretende als „Flöte“ bezeichnete und in den verschiedenen zur Controle angestellten Versuchen nie eine Verwechselung beging.

3. Schwererregbarkeit des Hörnerven.

Die bisherigen Formen der Erkrankung des Hörnervenapparates waren sehr mannigfaltig und ihr Vorkommen zum Theil häufig. Bei der Wiedergabe der von mir beobachteten Fälle habe ich mich in hohem Grade beschränkt. Anders ist es mit demjenigen Zustande des Hörnerven, welchen ich jetzt besprechen werde. Torpor des Hörnerven gegenüber dem elektrischen Strome scheint mir keineswegs häufig zu sein und seine Diagnose nicht leicht. Wenn ich in Fällen von Ohrenleiden, in welchen der Hörnerv des von den verschiedenartigsten akustischen Empfindungen geplagten Kranken ein unaufhörliches Instrumental-Concert ausführte, und wo die otiatrische Untersuchung nur negative oder zur Erklärung des Leidens gänzlich unbefriedigende Ergebnisse hatte, auf Grund der mit Sicherheit demonstrirbaren Thatsache, dass die Schliessung der Kette zwischen einem beliebigen Puncte des Rumpfes oder der Glieder und einem beliebigen Puncte des Antlitzes oder des Schädels bei winziger Stromstärke intensive und anhaltende Gehörssensationen erzeugte, Hyperästhesie des Hörnerven nachgewiesen zu haben glaube, so hoffe ich, dass dies berechtigt gefunden werde. Viel weniger sicher scheint mir die

Diagnose eines Torpors des Hörnerven. Wenn ein Ohr ungewöhnlich hohe Stromstärken zur Erzeugung akustischer Empfindungen erfordert, so ist es freilich denkbar, dass die Ursache hiervon eine zu geringe Erregbarkeit des Nerven selbst sei; viel näher aber liegt es, anzunehmen, dass die Grösse und Ungleichheit des Leitungswiderstandes der umgebenden Theile, welche der Strom auf seinem Wege zum Nerven durchsetzen muss, die Schuld trage. Lehrt ja doch das am Gesunden angestellte Experiment schon, dass zur Erregung zweifellos gesunder Hörnerven in einzelnen Fällen hohe, ja sogar unerreichbare Stromstärken erforderlich seien. Der Hörnerv macht in dieser Beziehung keine Ausnahme von anderen Nerven. Zur Erregung eines motorischen Nerven sind bei verschiedenen zweifellos gesunden Individuen sehr verschiedene Stromstärken erforderlich, trotzdem dass man die Bedeckungen des motorischen Nerven durch Anpressen der Elektrode zu einem annähernd gleichen Gesammtwiderstand vereinigen kann, was beim Hörnerven nicht möglich ist. Es müsste also, ebenso wie die Leichterregbarkeit des Hörnerven von der leichteren Zugänglichkeit desselben, so auch die Schwererregbarkeit von der erschwerten Zugänglichkeit des Nerven unterschieden werden. Diese Unterscheidung ist aber schwer ausführbar und die Diagnose eines Torpors des Hörnerven hat in Folge dessen ihr Missliches.

Von anderer Seite ist mir öfter die Vorstellung entgegengetreten, als müsse der Hörnerv eines gut functionirenden Ohres gut, d. h. leicht, der eines schlecht functionirenden Ohres schlecht, d. h. schwer auf den elektrischen Reiz reagiren, und verschiedene Elektrotherapeuten haben bei elektrischer Behandlung nervöser Taubheit eine günstige Prognose von der Möglichkeit der Hervorrufung akustischer Empfindungen abhängig gemacht. Die Unrichtigkeit dieser Vorstellung glaube ich hinreichend nachgewiesen zu haben. — So wie es Lähmungen motorischer Nerven giebt, in denen die Contractilität dem elektrischen Strome gegenüber entweder nicht verändert, oder vergrössert, oder der Modus der Zuckung alterirt ist, so findet ein analoges Verhalten auch bei Erkrankung des Hörnerven statt. Und so wie es Lähmungen der motorischen Nerven giebt, welche sich dem elektrischen Strome gegenüber durch herabgesetzte Contractilität charakterisiren, so giebt es auch Erkrankungen des Hörnerven, deren pathognomonisches Zeichen eine Trägheit der elektrischen Erregbarkeit ist. Die Reizung eines solchen Nerven erfordert höhere Stromstärken. Da aber, wie erwähnt, bei ungünstigen Verhältnissen des Leitungswiderstandes der Umgebung auch die Erregung des gesunden Nerven höhere Stromstärken erfordert, so musste ich, um zur Diagnose eines Torpors des Hörnerven gelangen zu können, mich noch nach anderen Anhaltspuncten umsehen. Es ist nämlich die Grösse der erforderlichen Stromstärke nicht der einzige

Maassstab zur Beurtheilung der Erregbarkeit eines Nerven, sondern der Grad und die Schnelligkeit, in welchen die Veränderungen der Erregbarkeit während der Einwirkung des Stromes im Nerven eintreten, und die Schnelligkeit, mit welcher sie nach Oeffnung der Kette abklingen, sind nicht minder bezeichnend für den Erregbarkeitszustand des Nerven.

Vergleicht man einen Hörnerven von gewöhnlicher Erregbarkeit mit einem im Zustande der oben geschilderten Hyperästhesie befindlichen, so findet man bei letzterem nicht nur die die *E* I bezeichnende Ziffer kleiner, sondern die *E* II und *E* III stehen weiter von der *E* I ab, als im ersteren Falle. Ferner genügt eine kürzere *Ka D*, um den Nerven so zu exaltiren, dass er auf eine nachfolgende *Ka S* bei einer niedrigeren, vorher unwirksamen Stromstärke antworte. Ebenso genügt eine kürzere *A D*, um die nachfolgende Reaction auf *A O* hervorzurufen, oder, was dasselbe, es gelingt viel schwieriger durch Verkürzung der *A D* die *A O*-Reaction zu umgehen.

Ganz dasselbe gilt von der Wendung des Stromes; je grösser die Erregbarkeit des Nerven, um so kleiner braucht die *A D* zu sein, welche, bei einer vorher unwirksamen Stromstärke, eine Reaction des Hörnerven auf eine folgende *Ka S* vermittelt.

Endlich ist die Zeit, welche man zwischen dem die Erregbarkeit erhöhenden und dem diese Erhöhung constatirenden Reize verstreichen lassen darf, ohne die beabsichtigte Wirkung zu verfehlen, um so grösser, je grösser die ursprüngliche Erregbarkeit des Hörnerven ist.

Ausserdem giebt die Intensität und Dauer der Reaction selbst noch einen Anhaltspunct zur Beurtheilung der Erregbarkeit eines Hörnerven. Je grösser diese, um so intensiver ist die akustische Empfindung, und um so länger hält sie an.

Wenn also in einem kranken Ohre ungewöhnlich hohe Stromstärken zur Erzeugung akustischer Empfindung erforderlich waren; wenn diese Empfindung trotzdem schwach, undeutlich und sehr kurz war; wenn ungewöhnlich lange Stromesdauer erforderlich war, um den Effect einer nachfolgenden Kettenschliessung in derselben oder in der umgekehrten Stromesrichtung herzustellen; wenn die *E* II und *E* III also nur schwierig herzustellen waren und nur sehr geringe Abstände von der *E* I zeigten; wenn es endlich sehr schneller Operation bedurfte, um die Zeichen der *E* II und *E* III überhaupt zu erhaschen; und wenn alles dies nur bei den für die elektrische Erregung des Hörnerven günstigsten Stellungen der Elektroden möglich war, nur dann habe ich geglaubt, die Schwierigkeit der elektrischen Erregung auf Torpor des Nerven beziehen zu dürfen.

Dass ich hierin wenigstens nicht immer geirrt habe, in dieser Ueberzeugung haben mich ausser den von mir beobachteten Fällen einseitigen

Torpors insbesondere diejenigen bestärkt, in denen durch die elektrische Behandlung jene auf Torpor des Nerven bezogenen Reizerscheinungen ganz oder bis zu gewissem Grade verschwanden und gleichzeitig Besserung der Function eintrat.

Die auffallendsten Zeichen eines Hörnerventorpors sind demnach negativer Art. Bei *Ka S* entsteht eine kurze und wenig intensive Gehörsempfindung. Dieselbe bleibt aus oder ist von verschwindend geringer Dauer und Intensität bei den Momenten *Ka D* und *A O*. Der unter anderen Umständen so auffallende Einfluss einer Stromeswendung aus *A D* nach *Ka S* ist gering und kann nur bei äusserst schuell ausgeführter Wendung hergestellt werden.

Ueberall, wo sich dieser Zustand des Hörnervenapparates der Beobachtung aufdrängte, bestanden hochgradige und der otiatrischeu Behandlung trotzende Störungen der Hörfähigkeit. Die nachweisbaren anatomischeu Veränderungen, welche, wie iu der Mehrzahl chronischer Ohrenkraukheiten, auf vorausgegangene Katarrhe bezogen wurden, waren in den verschiedenen Fällen von verschiedenem Grade und genügteu nicht zur Erklärung des Grades und der Art des Leidens, da ihnen sofort andere Fälle an die Seite gestellt werden konuten, in denen gleiche, ja grössere anatomische Veränderungen neben viel geringerer oder anders gearteter Störung der Function bestanden.

Einige Fälle vou Torpor des Hörnerveu wird der Leser in dem therapeutischen Theile beschriebeu finden.

Indem ich hiermit den pathologischen Theil der Untersuchung schliesse, erlaube ich mir, die hauptsächlichsten Resultate derselben in den folgenden Sätzen zusammenzustellen:

1. Nervöse Ohrenkrankheiten sind viel häufiger als die gegenwärtige Ohrenheilkunde anzunehmen geneigt ist. Der akustische Nervenapparat nimmt sehr leicht Theil an Erkraukungen des übrigen Gehörorganes, und dieses Leiden des Nerven bildet in einer grossen Zahl von Ohrenkrankheiten, deren Ausgangspunct anatomische Veränderungen der schallleitenden Organe sind, eine Theilerscheinung des Gesammtleidens.

2. Solche secundäre Erkrankungen des Hörnerven kommen nicht blos bei alten und hochgradigen, sondern auch, jedoch viel seltener, bei ziemlich frischen Ohrenleiden, z. B. bei florirenden Katarrhen des Mittelohres, vor.

3. Absolute Taubheit und Fehlen der Knochenleitung sind keineswegs nothwendige Voraussetzungen akustischen Nervenleidens.

4. Da der anatomische Befund sehr häufig nicht hinreicht, um die Art und den Grad bestehender Gehörstörungen erschöpfend zu erklären, vielmehr verschiedene Störungen der Function bei gleichen, gleiche Störungen bei sehr verschiedenen anatomischen Veränderungen vorkommen, so wird in gewissen Fällen die mit Hülfe des elektrischen Stromes ausführbare Untersuchung des Zustandes, in welchem sich der Hörnervenapparat befindet, die Diagnose zu fördern im Stande sein.

5. Normale Reaction auf den elektrischen Reiz verbürgt nicht die Gesundheit des Hörnerven, aber sie ist die *conditio sine qua non* derselben.

6. Die Norm der Reaction des akustischen Nervenapparates auf den elektrichen Reiz kann in Krankheiten des Gehörorganes Aenderungen sehr verschiedener Art erleiden. Wesentliche Abweichungen von der physiologischen Norm der Reaction können im Bereiche der Gesundheit nicht vorkommen.

Ob aber die von mir aufgestellte Normalformel ausnahmslos die Form der physiologischen Reaction ausdruckt, wird durch vervielfältigte Erfahrung festzustellen sein. Sollten gewisse Schwankungen dieser Formel in einzelnen Fällen constatirt werden, so würde hieraus weiter Nichts folgen, als dass diese Formel verbessert werden müsste

7. Die Ursachen krankhafter Aenderungen der Reactionsnorm können entweder im Nerven selbst oder ausserhalb desselben in anderen Theilen des Gehörorganes liegen.

8. Die ausserhalb des Nerven liegenden Ursachen bestehen in Veränderungen des von den Bedeckungen des Nerven dem Strome entgegengesetzten Leitungswiderstandes einerseits durch Anhäufung von Secreten, Ablagerungen von Krankheitsproducten, Verwachsungen und andererseits durch Eiterungen, Verwundungen und Defecte.

9. Die im Gehörnervenapparat selbst zu suchenden Ursachen seiner veränderten Reaction auf den elektrischen Reiz bestehen:

a. in einem die natürliche Function in verschiedenem Grade hindernden Reizungszustand, welcher sich meistentheils in subjectiven Gehörssensationen äussert und Hand in Hand geht mit gesteigerter Erregbarkeit gegenüber dem elektrischen Reiz; Hyperästhesie des Hörnerven.

b. in einer Schwererregbarkeit des Nerven gegenüber seinem adäquaten Reiz, welche Hand in Hand geht mit Schwererregbarkeit gegenüber dem elektrischen Reiz; Torpor des Hörnerven.

c. in unerklärten pathologischen Zuständen, welche, ausser in der gestörten Function des Nerven, ihren Ausdruck finden in zahlreichen eigenthümlichen und zum Theil höchst frappanten Aenderungen des ihm zukommenden Modus der Reaction auf den elektrischen Reiz.

10. Die in 9 *a* und *b* bezeichneten „quantitativen“ Alterationen der Reactionsnorm können sowohl für sich bestehen, als mit den in *c* bezeichneten „qualitativen“ Aenderungen in verschiedener Weise verbunden vorkommen.

11. Wenn eine auffallende und in das Einzelne gehende Uebereinstimmung der normalen Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz mit den am blossgelegten motorischen Nerven beobachteten Symptomen des Elektrotonus zu einer Nebeneinanderstellung beider Erscheinungsgruppen aufforderte, trotzdem, dass bei dem am Ohre angestellten Experiment die Stromesrichtung im Nerven nicht *a priori* bestimmbar ist, so ist ferner auch die Aehnlichkeit zu notiren, welche besteht zwischen den in 9 *a*, *b*, *c* angedeuteten Alterationen des Reactionsmodus und denjenigen, welche die Physiologen bei Reizung des durch den operativen Eingriff in kranken Zustand versetzten Froschnerven beobachten.

12. Der von vielen Autoren aufgestellte Satz, dass bei Behandlung nervöser Schwerhörigkeit eine gute Prognose zu stellen sei, sobald es möglich sei, eine Gehörssensation durch den Strom hervorzubringen, ist vollkommen unrichtig; denn die diesem Satze zu Grunde liegende Vorstellung, dass ein schlecht functionirender Hörnerv dem elektrischen Strom gegenüber schwer erregbar sein müsse, ist ein Irrthum.

UNTERSUCHUNG.

Therapeutischer Theil.

Untersuchung der Heilwirkung elektrischer Ströme in Krankheiten des Gehörorganes.

Einleitende Bemerkungen.

Seit sieben Jahrzehnten hat man, bald mit mehr, bald mit weniger Eifer, Versuche zur Verwerthung des elektrischen Stromes in Ohrkrankheiten angestellt. Von den verschiedensten Seiten sind Heilerfolge berichtet worden. Viele von diesen Berichten sind freilich im höchsten Grade unzuverlässig; einige von ihnen tragen sogar von vornherein das Gepräge der gröblichsten Täuschung. Ich erinnere in dieser Beziehung an die im ersten Theile dieser Arbeit erwähnte von Jever ausgegangene „Gehörgebekunst". Viele Berichte von Heilerfolgen stammen aber von Autoren, deren Beobachtungsfähigkeit und Wahrheitsliebe anzuzweifeln wir nicht das geringste Recht haben. Dennoch sind diese Versuche stets wieder in Vergessenheit gerathen. In früheren Zeiten, wo die Kenntnisse in Bezug auf Ohrenkrankheiten gleich Null, die Einwirkung elektrischer Ströme auf das Nervensystem sehr unklar waren, die Erfahrungen über heilende Wirkung elektrischer Ströme auf erkrankte Ohren also in keiner Weise methodisch verwerthet werden konnten, war dies natürlich und nothwendig. Heute, wo eine Ohrenheilkunde und eine Elektrotherapie bestehen, steht die Angelegenheit aber anders. Die aus den neueren Zeiten stammenden Berichte über therapeutische Erfolge bei der elektrischen Behandlung von Ohrenkrankheiten sind ebenfalls nicht gering an Zahl. Alle diese als auf Täuschung beruhend anzuzweifeln ist zwar sehr bequem, aber auch ebenso unberechtigt. Man hat von Seiten der Ohrenärzte diesen Beobachtungen mit Recht entgegengehalten, dass die Autoren derselben keine otiatrische Sachkenntniss zur Anwendung gebracht haben. Dagegen ist mit demselben Recht denjenigen Ohrenärzten, welche bei ihren Bemühungen, solche Angaben durch eigene Versuche zu controliren, nur negative Erfolge gehabt haben, der Einwand entgegenzuhalten, dass ihre elektrotherapeutische

Technik und Sachkenntniss nur dilettantischer Natur waren. Haben doch manche dieser Versuche in nichts Anderem bestanden, als in der Durchleitung inducirter Ströme durch das kranke Ohr, und zwar ohne festgestellt zu haben, welcher Art der physiologische Effect dieses Verfahrens auf das Gehörorgan sei. Da nun aber die ohrenärztliche Benutzung des elektrischen Stromes nur den Händen solcher Ohrenärzte, welche zugleich im Besitz der erforderlichen elektrotherapeutischen Kenntnisse und Fertigkeiten sind, mit Vortheil übergeben werden kann, so ist es auch in diesem Theile meiner Arbeit mein Hauptzweck gewesen, durch einzelne genau und zuverlässig beobachtete Fälle zunächst die Thatsache des therapeutischen Effektes, und sodann die Art und Weise festzustellen, in welcher derselbe erreicht wurde.

Wenn durch diese Arbeit den in der Literatur bis in die neueste Zeit verbreiteten vagen Angaben: „Die elektrische Behandlung hat geheilt oder nicht geheilt", ein Ende gemacht wird, wenn das ohrenärztliche Publicum ein eingehenderes Interesse als bisher für die Benutzung elektrischer Ströme gewinnt und der Ueberzeugung Raum giebt, dass weder eine erfolgreiche Verwerthung des elektrischen Stromes zu otiatrischen Zwecken, noch ein berechtigtes Urtheil über dahin einschlägige Arbeiten ohne die speciellste Sachkenntniss und Uebung möglich sei, so habe ich das mir vorgesteckte Ziel erreicht.

In Rücksicht auf das so eben Ausgesprochene wird man es erklärlich und berechtigt finden, dass ich im Folgenden vorzugsweise solche Fälle mittheile, in denen meine Heilbestrebungen positive Erfolge gehabt haben. Dass die Zahl der negativen Erfolge weit überwiegend war, will ich noch besonders hervorheben, und ich glaube es mir als Verdienst anrechnen zu dürfen, dass ich mich dadurch nicht habe ermüden und abschrecken lassen.

Ich betone endlich wie vor dem vorigen so auch insbesondere vor diesem letzten Theile meiner Arbeit die Wahrheit, dass noch so viele negative Erfahrungen eine positive umzuwerfen nicht im Stande sind.

Krankheiten der nicht zum akustischen Nervenapparat gehörigen Theile des Ohres.

Neuralgieen, Anästhesieen und andere am Ohre vorkommende Leiden, welche das Gehörorgan als solches kaum betreffen, und in denen die Leistungen des elektrischen Stromes bekannt sind, werde ich hier nicht berühren und mich nur auf die Darstellung der von mir beobachteten Einwirkungen des Stromes auf das Gefässsystem des Ohres beschränken.

1. Trübungen des Trommelfelles.

Dieser Zustand, welcher einen häufigen, vielleicht den häufigsten Bestandtheil otiatrischer Inspectionsbefunde ausmacht und die Function des Trommelfelles bald mehr bald weniger stört, besteht offenbar in Ablagerungen von Krankheitsproducten. Sitz und Natur derselben bieten mancherlei Verschiedenheiten dar. Sie können das Trommelfell völlig undurchsichtig machen, verdicken und seiner Elasticität berauben. Schon im Anfange meiner Untersuchungen überzeugte ich mich, dass man mit Sicherheit durch galvanische Ströme Congestivzustände im Trommelfell hervorrufen könne. Es entstehen dergleichen bekanntlich sehr leicht auch nach Ausspritzungen des Gehörganges und anderen Manipulationen. Schon nach kurzer Einwirkung schwacher galvanischer Ströme findet sich meist in der Gegend des Hammergriffes eine Gefässinjection ein, welche sich in Gestalt eines dicken rothen Striches darstellt. Bei stärkerer Einwirkung wird das ganze Trommelfell roth gesprenkelt und erscheint im höchsten Grade derselben so gleichförmig wie ein scharlachrothes Tuch gefärbt. Dass unmittelbar nach Anwendung des Stromes die Hörweite auf kurze Zeit öfters verringert ist, mag wohl Folge dieser Gefässinjection sein. Dieselbe geht schnell vorüber. Die Beobachtung dieser Erscheinung brachte mich auf den Gedanken, zu untersuchen, ob sie, methodisch wiederholt, eine resorbirende Einwirkung auf gewisse Trübungen des Trommelfelles auszuüben im Stande sei, und ich habe Erfahrungen gemacht, welche diese Vermuthung bestätigen.

Ich wählte zu diesen Beobachtungen einige wegen nervösen Ohrenleidens in meiner Behandlung befindliche Personen, von denen ich voraussetzen durfte, dass sie sich längere Zeit unter meinen Händen befinden würden, und deren Trommelfelltrübungen leicht erkennbar und von ausgezeichneter Gestalt waren. Bei Anwendung des Stromes wurde stets der Gehörgang mit Wasser gefüllt und mit einer drahtförmigen Elektrode armirt. Da die Behandlung nicht eigentlich das Trommelfell sondern den Hörnerven zum Gegenstand hatte, so richtete sich die Wahl der Pole nach dem Zustande des Letzteren, und es kamen daher bald dieser, bald jener, bald beide Pole zur Anwendung. Wäre die Ablagerung im Trommelfell das einzige Heilobject gewesen, so würde ich es für angemessen erachtet haben, bei meinen Versuchen zunächst ausschliesslich die Kathode einwirken zu lassen. Ob übrigens die zu meldenden Resorptionseffecte auch auf elektrolytische Wirkung des Stromes zu beziehen seien, unternehme ich nicht zu entscheiden.

Erste Beobachtung.

Alte Trommelfelltrübungen; Resorption durch Einwirkung des Stromes

Dr O., 50jähriger Arzt, ist in Folge langjähriger Katarrhe des Mittelohres, welche er bereits in den Kinderjahren durchgemacht, seit jener Zeit auf beiden Ohren in hohem Grade schwerhörig und von subjectiven Gehörsempfindungen gequält. Da ich diesen Fall später noch benutzen werde, so will ich hier nur von dem Trommelfell des linken Ohres sprechen, an welchem die hier anzuführende Beobachtung angestellt wurde. Das ganze Trommelfell war milchweiss getrübt, verdickt, ohne Lichtkegel, nach Innen gezogen. In der Trübung zeichneten sich einige gesättigter gefärbte Stellen aus. Die grösste derselben, von eirunder Gestalt, nahm fast die Mitte des Trommelfelles ein, war mehr gelblich gefärbt und fiel sehr in das Auge. Bei der Behandlung, welche der Patient mit grossem Eifer und Ausdauer fortsetzte, bemerkte ich nach einiger Zeit, dass dieser Fleck, der wahrscheinlich Jahrzehnte alt war, seine Gestalt veränderte, indem das eine Ende der Ellipse sich mehr abstumpfte. Von nun an wendete ich meine volle Aufmerksamkeit auf diese Trübung, applicirte den Strom ausschliesslich durch eine in den mit Wasser gefüllten Gehörgang eingesenkte drahtförmige Elektrode und controlirte jedesmal nach Ablauf von zehn Sitzungen die Gestalt und Beschaffenheit der erwähnten Ablagerung, welche ich mir im Protocoll durch Zeichnungen fixirte. Die Veränderung machte Fortschritte, und ich konnte diese auf das Deutlichste verfolgen. Der Rand des eirunden Fleckes fing an, sich an dem Ende, welches eine stumpfere Gestalt angenommen hatte, einzuziehen und bot bald statt der früheren Convexität eine deutliche Concavität dar. Diese Einbuchtung nahm stetig an Grösse zu, und nach mehr als hundert Sitzungen war von der Ellipse nur eine schmale mondförmige Sichel übrig geblieben. Der von dieser Sichel umgebene Raum bot jetzt in seiner Färbung nicht den geringsten Unterschied von den übrigen Theilen des Trommelfelles dar, die Trübung des letzteren *in toto* war viel weniger gesättigt als früher, und einzelne Puncte, welche sich in der früher milchweissen Fläche ebenfalls durch gesättigter gelbliche Färbung ausgezeichnet hatten, waren vollkommen verschwunden.

Ausser diesem notire ich noch einen anderen Fall, in welchem ich eine genau beobachtete Trübung, welche in der unteren Hälfte des durch den fast horizontal gestellten Hammerstiel in zwei Theile getheilten Trommelfelles ihren Sitz hatte, ohngefähr ein Viertheil von dessen Fläche einnahm und wahrscheinlich ebenfalls aus langer Zeit datirte, nach dreissig Sitzungen bis auf kaum bemerkbare Spuren verschwinden gesehen habe.

So gering an Zahl diese Beobachtungen sind, so glaube ich dennoch, dass sie vollkommen hinreichend seien, um die resorbirende Wirkung des mit methodischer Consequenz angewendeten galvanischen Stromes auf krankhafte Ablagerungen im Trommelfell zu beweisen und um in Folge dessen den Ohrenärzten die Anwendung dieses Mittels gegen den so häufigen und anderen Heilversuchen meistens trotzenden Zustand mit Nachdruck empfehlen zu dürfen. Ich erlaube mir darauf hinzuweisen, dass sich Mittel finden lassen dürften, um die dargelegte resorbirende Wirkung des Stromes auch auf die Paukenhöhle, welche ja so oft der Sitz krankhafter Ab-

lagerungen ist, auszudehnen. Dass derartige Curen nur unter der Voraussetzung von Ausdauer und Uebung Erfolge versprechen können, versteht sich von selbst.

Von Seiten des Dr. Hagen, Docenten der Ohrenheilkunde in Leipzig, welcher sich der Controle meiner Arbeiten mit wohlthuendem Verständniss und Gewissenhaftigkeit angenommen hat, ist neuerdings auch eine bestätigende Beobachtung veröffentlicht worden, welche ich mir bei der Wichtigkeit der Sache erlaube hier im Auszuge wiederzugeben.* Der Kranke war auf dem linken Ohre seit sechs, auf dem rechten seit vier Jahren schwerhörig. Das linke Trommelfell radiär grauweiss gestreift, jedoch so, dass die Streifen stellenweise zu kleinen rundlichen Pünctchen anschwellen. Das rechte Trommelfell grauweiss getrübt und undurchscheinend. Im vorderen oberen Quadranten eine kleine intensiv weiss gefärbte Stelle.

Nach sechszehn galvanischen Sitzungen waren die Trübungen der beiden Trommelfelle gänzlich verschwunden; die Membranen waren völlig durchscheinend geworden und zeigten die normale Farbe. Die Lichtkegel waren deutlich sichtbar. Nur die intensiv weiss gefärbte Stelle im vorderen oberen Quadranten des linken Trommelfelles war unverändert geblieben.

2. Trockenheit des äusseren Gehörganges und Mangel an Turgor im Ohre.

Eine sehr häufige Begleiterscheinung alter und hochgradiger Ohrenleiden ist mangelnde Absonderung von Ohrenschmalz. Zugleich haben solche Kranke sehr häufig ein lästiges Gefühl von Kühle, Schwere und Leblosigkeit des ganzen Ohres. Mit Hülfe des inducirten Stromes gelang es mir sogar oft, eine deutliche Anästhesie der Wände des Gehörganges und der Ohrmuschel nachzuweisen.

Gegen diese Erscheinungen, welche das Leiden der Kranken wesentlich erhöhen, ist eine elektrische Behandlung, besonders mittels galvanischer Ströme, deren Wirkung auf das Gefässsystem die der inducirten Ströme weit hinter sich lässt, ein mächtiges Mittel, welches mich nie im Stiche gelassen hat. Diese Wirkung ist so leicht zu constatiren, dass ich es unterlasse, einzelne Fälle als Belege anzuführen. Die Absonderung von Ohrenschmalz findet sich, nachdem sie oft Jahrzehnte lang vermisst worden war, ein; der Gehörgang wird wieder geschmeidig und feucht; der

---

* Vergl. *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XIII, 1867. *Elektro-otiatrische Beobachtungen nach der Brenner'schen Methode*, von Dr. med. R. Hagen.

Kranke bemerkt zu seiner grossen Freude statt des gewohnten Gefühles, als sei das Ohr ein fremder Körper, eiu ihm neues Gefühl vou Zugehörigkeit desselben zu seinem Organismus; Wärme und alle Zeichen verbesserten Stoffumsatzes stellen sich ein, und zu grosser Genugthuung der Leidenden macht sich das längst vergessene, dem gesunden Ohre natürliche, Bedürfniss wieder geltend, von Zeit zu Zeit die Spitze des Fingers kitzelnd im Gehörgange hin- und herzubewegen. Ich habe diese Erfolge, auf welche die Kranken leicht zu weit gehende Hoffnungen bauten, auch bei Gehörleiden eintreten gesehen, welche im Uebrigen allen verschiedenen Heilversuchen Trotz boten.

Krankheiten des akustischen Nervenapparates.

1. Einfache Hyperästhesie des Hörnerven mit subjectiven Gehörsempfindungen.

Mehr als theoretische Erörterungen, mehr als diagnostische Errungenschaften sind positive therapeutische Resultate, welche zugleich eine genügende Durchsichtigkeit besitzeu, um nicht blos von einem glücklichen Umhertappen abhängig zu sein, geeignet, in dem praktischen Arzte das Vertrauen zu einem Mittel, einer Heilmethode zu wecken und zu befestigen. Sie sind es, welche ihm vor Allem jenen Muth und Ausdauer verleihen, deren er in so hohem Grade bedarf, um sich durch zahlreiche negative Erfolge nicht in seiuem Streben erlahmen und einer unheilvollen Skepsis erliegen zu sehen, sondern das Bewusstsein wach zu erhalten, dass es erreichbare Effecte gebe, die ihu für Misserfolge zu entschädigen im Stande seien.

Auf dem Gebiete der Leiden, von welchen dieses Kapitel handelt, wird ein gewissenhaftes uud von Sachkenntniss geleitetes Streben den Ohrenarzt therapeutische Erfolge finden lassen, und wenn meine Arbeit auch keine andere Frucht gehabt hätte, als den Nachweis, dass und wie gewisse Arten des so häufig allen Heilversuchen trotzenden Ohrensausens in der That durch eine umsichtige Anwendung des elektrichen Stromes geheilt werden können, so würde ich mich auch schon hierdurch für vollkommen belohnt halten. *

---

* Von dem Kritiker meiner vorläufigen Mittheilungen, dessen Arbeit, so wie die von mir gegebene Erwiderung ich meinen Lesern zur Kenntnissnahme empfohlen habe, sind mir 17 Fälle entgegengehalten worden, in denen die — weder mit den von mir gebrauchten Vorrichtungen, noch mit der von mir befolgten Methode ausgeführte — elektrische Behandlung des Ohrensausens negative Erfolge gehabt hat, und hierauf fussend wird nun in jener Kritik

In Berücksichtigung der auf den voranstehenden Blättern dieser Schrift erörterten hemmenden Einwirkung der Reizmomente *A S*, *A D* und *Ka O*, welche ich aufgefunden hatte, so wie in Anbetracht der ebenfalls früher nachgewiesenen exaltirenden Einwirkung der Reizmomente *Ka S*, *Ka D* und *A O* gegenüber gewissen Erregungszuständen des Hörnerven, construirte ich, auf Grund mit Erfolg angestellter Versuche, eine Behandlungsmethode, welche darin besteht, dass durch den, mit Hülfe der graduirten Nebenschliessung ausgeführten, Kunstgriff des Aus- und Einschleichens die die Erregung erhöhenden Momente *A O*, *Ka S* und *Ka D* umgangen oder in ihrer Wirkung auf ein vergleichungsweise verschwindend kleines Minimum reducirt werden.

Wenn ich demnach ein durch *A S*, *A D* dämpfbares oder völlig aufhebbares Ohrensausen vor mir habe, so lasse ich *A S* in voller Stromstärke in den Hörnerven einbrechen und vermindere nach genügend langer Einwirkung von *A D* den Widerstand der Nebenschliessung langsam und in so kleinen Absätzen, dass jede einer abnehmenden Stromesschwankung entsprechende Erregung des Nerven umgangen wird. Gelingt dies nicht in genügender Weise, d. h. tritt also Gehörsempfindung oder Zunahme des Sausens ein, so wird durch Verkleinerung der Elementenzahl der Strom so weit abgeschwächt, dass die beim Ausschleichen entstehenden Stromesschwankungen keine Erregungssymptome mehr bewirken. Ist es mir ferner wünschenswerth die hemmende Wirkung der *A S* und *A D* durch Stromeswendung zu steigern, so schliesse ich mit der Kathode im Minimum der Stromstärke, vermehre durch Einschleichen die Stromstärke in der Weise, dass die anschwellenden Schwankungen keine Gehörssensation erzeugen, lasse *Ka O* sowie die Wendung nach *A S* in voller Stärke einwirken und endige wie früher.

Zweite Beobachtung.

Hyperasthesie mit Ohrensausen und anatomischen Veranderungen im Mittelohre; schnelle Heilung des Ohrensauseus.

N. K., 23jähriger Student, litt in Folge langjähriger Katarrhe des Mittelohres an Harthörigkeit und unaufhörlichem Sausen heftigsten Grades in beiden Ohren. Diese quälenden Gehörsempfindungen, welche dem Kranken in seinen Arbeiten hinderlich waren, übten einen sehr verstimmenden Einfluss auf seinen Gemüthszustand aus; er war, seiner eigenen Angabe nach, launisch und befürchtete in Zeiten des finstersten Humors selbst das Eintreten psychischer Erkrankung. Die Harthörigkeit machte ihm geringeren Kummer; denn sie war nicht so gross, dass die Unterhaltung mit ihm sehr

über meine Mittheilungen der Stab gebrochen. Wenn ich, ohne diagnostische Scheidung das Ohrensausen schlechtweg als ein und dieselbe Krankheitsspecies ansehend, die negativen Erfolge summiren wollte, welche ich im Verlaufe meiner Studien gehabt habe, so würde ich viel mehr als siebenzehn aufführen können.

bedeutende Schwierigkeiten dargeboten hatte. Die Taschenuhr jedoch hörte er links nur 1″, rechts nur 2″ weit. Beide Trommelfelle verdickt, stark getrübt, undurchscheinend, mit einzelnen gesättigter graugelb gefärbten Puncten; rechts ist der Lichtkegel sehr klein, links gar nicht vorhanden; Tubenpassage beiderseits frei; in den Trommelhöhlen kein Schleim. Die otiatrische Behandlung, von verschiedenen Seiten ausgeführt, war ohne Erfolg geblieben.

Einige Monate früher war mir der Kranke bereits durch Ohrenärzte zugeschickt worden. Das Sausen war zu meiner und des Kranken nicht geringer Genugthuung damals der elektrischen Behandlung sehr bald gewichen und dadurch auch die Hörfähigkeit gebessert worden. Jetzt stellte sich Patient von Neuem zur Behandlung ein, indem er referirte, dass das Sausen in Folge anhaltender nächtlicher Examenarbeiten und Gemüthsbewegungen sich wieder in hohem Grade eingefunden habe. Gleichzeitig hatte auch die Harthörigkeit wieder zugenommen, was sich besonders darin zeigte, dass die Unterhaltung mit ihm schwieriger geworden war.

Von früher her damit bekannt, dass die subjectiven Gehörsempfindungen in diesem Falle zu derjenigen Art gehörten, welche durch *A S* und *A D* sofort und völlig aufgehoben werden können, beruhigte ich das Sausen zunächst auf dem rechten Ohre durch die Anode und fixirte diesen Effect, indem ich den *A O*-Reiz durch Ausschleichen umging.

Nach gänzlicher Oeffnung der Kette trat das Sausen auf diesem Ohre nicht wieder ein, während es auf dem anderen in voller Starke fortbestand.

Ich überzeugte mich nun zunächst durch einen kurzen diagnostischen Versuch, dass das Leiden des linken Ohres denselben Charakter habe. Dasselbe reagirte wie folgt:

N N 20 *Ka S K″* (heftiges Klingen).
Ka D K ∞.
Ka O das Sausen verstummt eine kurze Zeit lang, um sich nach und nach wieder zu seiner früheren Stärke zu erheben.
A S das Sausen verschwindet plötzlich und vollstandig.
A D dasselbe kehrt nicht wieder.
A O K′ >, das Sausen kehrt in verstärktem Grade wieder.

Da ich die Absicht hatte, am folgenden Tage vor einer in der Maximiliansheilanstalt statthabenden Versammlung von Aerzten einen demonstrativen Vortrag über die elektrische Hörnervenreizung zu halten, so that ich vorläufig Nichts zur Beseitigung des Sausens auf dem linken Ohre, sondern bat den Patienten, mir zu Gefallen das peinigende Symptom noch 24 Stunden zu erdulden, damit er mir bei dem erwähnten Vortrage zur Demonstration der elektropathologischen Thatsachen und des therapeutischen Erfolges dienen könne.

Patient stellte sich demnach anderen Tages mit unverändertem Sausen auf dem linken Ohre in der Versammlung ein. Das rechte Ohr war frei geblieben. Nachdem ich an gesunden Ohren die Normalformel der Hörnervenreaction demonstrirt hatte, wozu bei einer Batterie von 20 DANIELL'schen Elementen ein Leitungswiderstand der (mit Werstheilung versehenen) Nebenschliessung von 70—80 Werst erforderlich war, constatirte ich nun zunächst die bei dem Patienten in voller Deutlichkeit vorhandenen Symptome der früher von mir geschilderten einfachen Hyperästhesie des Hörnerven. Während bei Gesunden 70—80 Werst Widerstand eingeschaltet werden mussten, um Gehörssensation zu erzeugen, geschah dies hier schon bei 20 und 10 Werst, dem Minimum der bei dieser Vorrichtung herstellbaren Stromstärke. Die Intensität und

Dauer der Sensation war die für die Hyperästhesie characteristische, so wie sie bereits notirt worden ist.

Um nun einen grösseren Spielraum für die Demonstration der Erscheinungen und für Application des Heilmittels zu gewinnen, wurde die Batterie auf 10 Elemente reducirt. Es ergab sich nunmehr:

X 10, 20, 30 $Ka\ S$: keine Gehörsempfindung.

X 40 $Ka\ S\ K$.	X 50 $Ka\ S\ K'$.
$Ka\ D\ k\ \infty$.	$Ka\ S\ K\ \infty$.
$Ka\ O$ —. } Aufhören des Sausens.	$Ka\ O$ —. } Aufhören des Sausens.
$A\ S$ —. }	$A\ S$ —. }
$A\ D$ —. }	$A\ D$ —. }
$A\ O\ k >$.	$A\ O\ K >$.

Gemass dem hohen Grade der Hyperästhesie war bei dieser Stromstärke durch Einschleichen die Reaction auf anschwellende Stromesschwankungen während $Ka\ D$ nicht zu umgehen.

Jetzt wurde bei 60 Werst Widerstand die Kette mit der Anode im Ohre geschlossen: Das subjective Sausen hört sofort auf. Aufgefordert, sich genau zu beobachten, erklart der Patient, es sei möglich, dass noch ein jedenfalls kaum wahrnehmbares Sausen bestande. Nach Verlauf einiger Secunden verstärke ich, ungesehen von dem Patienten, den Leitungswiderstand der Nebenschliessung auf 70 Werst. Sofort erfolgt die mit Entschiedenheit gemachte Aeusserung, dass das Sausen jetzt in der That vollkommen verschwunden sei. Der Sicherheit wegen steige ich noch auf 80 Werst und lasse den Strom eine halbe Minute ununterbrochen fliessen. Patient empfindet, ausser dem für die Anode charakteristischen Gefühl von Druck nach Innen, Nichts, und das Sausen bleibt fort.

Die nun folgenden Manipulationen werden, wie die bisherigen, hinter dem Rücken des Patienten vorgenommen.

70 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
60 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
50 Werst $A\ D$ — kein Sausen. *
40 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
30 Werst $A\ D$ — „mir scheint das Sausen wieder zu beginnen."
50 Werst $A\ D$ — „jetzt ist es wieder vorbei."
40 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
30 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
20 Werst $A\ D$ — „das Sausen kehrt wieder."
40 Werst $A\ D$ — „ist wieder verschwunden."
30 Werst $A\ D$ — kein Sausen
20 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
10 Werst $A\ D$ — kein Sausen.

Längste Stromesdauer. Hierauf der Sicherheit wegen nochmals:

20 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
30 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
20 Werst $A\ D$ — kein Sausen.
10 Werst $A\ D$ — kein Sausen.

* Je tiefer ich steige, um so länger lasse ich die Stromesdauer währen.

Jetzt endlich wird die Kette gänzlich geöffnet, aber, um jede Reizung des Nerven zu vermeiden, nicht im metallischen Theile derselben, sondern durch langsames Abziehen der während des ganzen Versuches in einer Hand ruhenden anderen Elektrode über die Finger hinweg.

Der Kranke verlässt die Versammlung, indem er zu genauer Prüfung aufgefordert, erklärt, vollkommen frei vom Sausen zu sein.

Acht Tage später, nachdem unterdessen noch eine gleiche Sitzung (welche vielleicht überflüssig war, denn das Sausen war nicht wiedergekehrt) stattgefunden, konnte ich den Kranken derselben Versammlung frei von Sausen von Neuem vorstellen, und es ist seitdem kein Recitiv eingetreten. Der Kranke ist glücklich, von seinem Leiden befreit zu sein, welches ihn an geistiger Beschäftigung gehindert, dadurch seine Carrirère in Frage gestellt, und welches „seinen Charakter verdorben" habe.

Was die nach dieser Behandlung eingetretene Besserung der Hörfunction betrifft, so war dieselbe zwar sehr merkbar, denn die Unterhaltung mit dem Kranken hatte an Leichtigkeit gewonnen, aber die Prüfung der Hörweite ergab, dass dieselbe doch eigentlich nur wenig zugenommen hatte. Dieselbe Taschenuhr, welche er früher links 1″, rechts 2″ weit gehört hatte, hörte er jetzt 4″, resp. 6″ weit.

Was die epikritische Würdigung der Beobachtung anbetrifft, so glaube ich nun folgende Ansicht für gerechtfertigt halten zu dürfen. Die durch die langjährigen Katarrhe gesetzten anatomischen Veränderungen der schallleitenden Organe, von denen ein Theil durch die Inspection des Trommelfelles nachweisbar war, ein anderer in der Paukenhöhle vermuthet werden durfte, hatten seit langer Zeit den Hörnerven in seiner Thätigkeit beeinträchtigt. Hierdurch selbstständig erkrankt war dieser in den von mir nachgewiesenen Zustand der Hyperästhesie gerathen und hatte, da ihm die Zufuhr objectiver Töne durch die anatomischen Veränderungen verkümmert war, sich der Unart subjectiven Musicirens ergeben. Diese krankhafte Geschäftigkeit verminderte ihrerseits nun noch mehr den unter den gegebenen Umständen noch möglichen Grad normaler Thätigkeit und setzte eine Harthörigkeit, welche grösser war, als die anatomischen Veränderungen des Mittelohres sie bedingten. Diese selbstständige Erkrankung des Hörnerven wurde durch den elektrischen Strom erkannt und geheilt. Entsprechend den früher gegebenen allgemeinen Erörterungen konnte hierdurch nicht die Gesammtkrankheit des Gehörorganes, sondern nur die durch die secundäre Erkrankung des Hörnerven bedingte Theilerscheinung derselben beseitigt werden. Demgemäss verschwand das Ohrensausen, und die Harthörigkeit wurde geringer, indem sie auf einen Grad zurückgeführt wurde, welcher den anatomischen Veränderungen entsprach. Der Heileffect bestand in einer Reduction des Leidens auf die pathologisch-anatomisch bedingte Grösse desselben. * Nach Erreichung

* In einer solchen Reduction bestehen sehr viele und mitunter sehr glänzende Heileffecte der Elektrotherapie Ich erinnere nur an die Verbesserung der Function apoplektisch gelähmter Glieder, an die Heilung von Neuralgieen, welche im Gefolge unheilbarer Leiden auftreten

dieses Effectes bestanden aber die anatomischen Veränderungen fort und fuhren auch fort, die Thätigkeit des Hörnerven zu beeinträchtigen, daher blieben der ursprüngliche Theil der Harthörigkeit, sowie die Leichterregbarkeit durch den Strom übrig, und man muss sich sagen, dass jetzt der Hörnerv eigentlich in eine Lage versetzt ist, welche die Möglichkeit eines Recidivs nicht ausschliesst. In der That habe ich mehrere Monate nach der ersten Heilung, wie gemeldet, ein Recidiv eintreten gesehen. Nach der letzten Behandlung hat sich binnen Jahresfrist das Leiden nicht wieder eingestellt. Seitdem habe ich den Kranken aus den Augen verloren, bin aber der Ueberzeugung, dass auch später der von mir erreichte Heileffect sich erhalten hat, denn im entgegengesetzten Falle würde der Kranke nicht gesäumt haben, sich mir wieder vorzustellen.

Dritte Beobachtung.

Ohrensausen nach Chiningebrauch, Hyperasthesie, Heilung.

N. S., 33jahrige Nonne, beschäftigte sich vor vier Monaten anhaltend mit Arbeiten im Freien, wobei sie vielfach im Morast umherwatete. Sie trug ein hartnäckiges Tertianfieber davon, gegen welches sie Anfangs kleine Dosen Chinin fruchtlos, später mehrere Wochen lang grosse Dosen nahm. Hierauf blieben die Fieberanfälle weg, aber es stellte sich ein äusserst lästiges unaufhörliches Ohrensausen ein, welches seit drei Monaten unverändert anhält, obgleich seit dieser Zeit der Gebrauch des Chinins ausgesetzt worden ist. Die Hörfähigkeit war beiderseits mässig herabgesetzt.

Die otiatrische Untersuchung der sonst ganz gesunden, wohlgenährten und keineswegs anämischen Kranken ergab ein durchaus negatives Resultat, und die mehrfach wiederholte Luftdouche hatte keinen Einfluss auf das Ohrenleiden.

Die elektro-otiatrische Untersuchung ergab Folgendes für beide Ohren:

N N 100 *Ka S K'*
Ka D K ∞.
Ka O —.
A S —. } Vollkommenes Anfhören
A D — } des Sausens.
A O K > und Wiedereintreten des Sausens.

E II ging herab bis auf *N N* 70, *E* III bis auf *N N* 20. Beide verschwanden nach wenigen Secunden. Es war folglich eine Hyperästhesie des Hörnerven mässigen Grades vorhanden, und das Ohrensausen war als nervös und zwar als diejenige Art nervösen Ohrensausens erkannt, welcher die Anodenstromesdauer ein vollkommenes Stillschweigen auferlegt.

Hiernach konnte in Bezug auf das Ohrensausen mit Sicherheit eine günstige Prognose ausgesprochen werden, und die geringe Beeinträchtigung der Hörfunction wurde betrachtet als Folge der störenden subjectiven Gehörsempfindungen.

Es war indessen möglich, die Prognose noch genauer festzustellen.

Zu diesem Zwecke liess ich die Anode einwirken, umging die Oeffnungsreaction durch Ausschleichen und liess hierauf die Kranke eine Stunde lang im Locale der Klinik verweilen. Es ergab sich hierbei Folgendes:

X X 100 *A S* — das Sausen verschwiudet sofort uud vollkommen
A D — bleibt fort, auch bei sehr verlängerter Stromesdauer.
Schwankung bis auf 50 *A D* erzeugt ein schwaches Klingen und gleichzeitiges Wiedereintreten des Sausens in geringerem Grade. Nachdem die Kette unverändert eine halbe Minute geschlossen gehalten worden ist, ist das Sausen wieder verschwunden.
Schwankung bis auf 150 *A D* — kein Sauseu.
140 *A D* — kein Sausen.
130 *A D* — kein Sausen.
120 *A D* — kein Sausen.
110 *A D* — kein Sausen.
100 *A D* — keiu Sausen.
90 *A D* — kein Sausen.
80 *A D* — kein Sausen.
70 *A D* — kein Sausen.
60 *A D* — kein Sausen.
50 *A D* — kein Sausen.
30 *A D* — kein Sausen.
20 *A D* — Wiedereintritt des Sausens.
50 *A D* — kein Sausen.
40 *A D* — kein Sausen.
30 *A D* — kein Sausen; lange Stromesdauer.
20 *A D* — kein Sausen; desgleichen.
10 *A D* — kein Sausen; desgleichen.
A O — es entsteht keine Gehörssensation uud das Sausen bleibt weg.

Nach Verlauf einer Stunde wird die Kranke von Neuem untersucht; das Sausen ist seit einer Viertelstunde wiederum in bemerbarem Grade eingetreten, hat aber die frühere Stärke noch nicht erreicht

Das schnelle Wiedereintreten des Sausens bestimmte mich demnach, eiue längere Reihe täglich zu wiederholender Sitzungeu iu Aussicht zu stellen. Für heute wurde die Kranke, nachdem durch eine Wiederholung der obigen Sitzung dem Sausen wiederum vollkommenes Stillschweigen auferlegt war, entlassen.

Am folgenden Tage erschien sie wieder und referirte, dass das Sausen sich nach ohngefähr zwei Stunden wieder eingefunden und im Laufe des Tages nach und nach zu seiuer früheren Stärke entwickelt habe. Zugleich war die mit dem Sausen verschwunden gewesene Benommenheit des Kopfes wiederum eingetreten.

Es wird dieselbe Behandlung wie gestern, jedoch des sicherereu Ausschleichens wegen mit einer auf *X* Elemente reducirten Batterie ausgeführt. Der unmittelbare Erfolg ist der nämliche, aber erst gegen Abend tritt das Sausen wieder ein.

Nach der sechsten Sitzung erschien die Kranke mit der Erklärung, dass das Sausen seit der vor vier und zwanzig Stundeu vorgenommeuen Behandlung sich nicht wieder zu seiner früheren Stärke erhoben und seine Tonfarbe geändert habe; während es früher entferntes Wagenrasseln simulirte, hatte es sich in Zischen verwandelt.

Nach der fünfzehnten Sitzung war die Kranke vollkommen geheilt, der Kopf war frei, die früher sehr gedrückte Gemüthsstimmung heiter, und die vordem bei der Unterhaltung bemerkbare geringe Beeinträchtigung des Hörvermögens vollkommen verschwunden.

Nach acht Tagen stellte sich die Patientin nochmals vor, um das Bestehen der erlangten Heilung constatiren zu lassen, und entfernte sich mit den Ausdrücken wärmsten Dankes und der Bitte, sich im Falle eines Recidivs wieder einstellen zu dürfen, was im Verlauf des seitdem verflossenen Jahres aber nicht geschehen ist.

Fälle, in denen ein gleiches oder ähnliches Resultat erreicht wird, d. h. in denen eine oder einige wenige Sitzungen genügen, um eine Heilung des nervösen Gehörleidens herbeizuführen, gehören zwar nicht zu den Alltäglichkeiten, sind aber keineswegs selten. Es stehen mir eine grosse Reihe solcher Fälle zu Gebote. In einer meiner früheren Mittheilungen, welche auch die Darstellung des in der zweiten Beobachtung wiedergegebenen Falles enthält,* konnte ich melden, dass ich bereits mehr als zwanzig solcher Fälle notirt habe. Seither hat sich die Zahl derselben noch um einige vermehrt, wobei ich bemerke, dass ich die eifrige Beschäftigung mit Ohrenkrankheiten längst geendigt habe.

Dr. Hagen hat in seinem bereits mehrfach citirten Aufsatze** einen Fall bekannt gemacht, in welchem ihm die Heilung eines neben anatomischen Veränderungen im Mittelohr bestehenden, von Hyperästhesie des Hörnerven und Verminderung der Hörfähigkeit begleiteten, dem Katheterismus trotzenden Ohrensausens nach der von mir angegebenen Methode durch den galvanischen Strom in kürzester Zeit gelang. Ich mache auf diesen Fall namentlich auch desshalb aufmerksam, weil hier eine grosse Reizbarkeit und Empfindlichkeit bestand, welche die Anwendung des Stromes sehr erschwerte. Der vom Dr. Hagen angewendeten Umsicht und Beharrlichkeit gelang dennoch die zu einem so befriedigenden Resultate führende Anwendung des Mittels.

Anstatt aus meinen eigenen Protocollen weitere Belegfälle anzuführen, will ich noch eine Beobachtung notiren, welche von einem Arzte aus Deutschland mir bereits vor mehreren Jahren im Correspondenzwege mitgetheilt worden ist und mancherlei Aehnlichkeit mit dem oben von mir beschriebenen Falle darbietet (zweite Beobachtung). Diese Beobachtung wurde, da ein Rheostat noch nicht zu Gebote stand, in der Weise ausgeführt, dass das Ausschleichen mittels des sogenannten Dämpfers oder Moderators (einer in die Kette eingeschalteten in ihrer Länge veränderlichen Wassersäule), der zu diesem Zwecke in eine Anzahl gleicher Grade eingetheilt war, und mit Hülfe des Stöhrer'schen Schlussschiebers bewirkt wurde. Diesen Fall, an welchem der Autor seinen ersten Versuch einer Behandlung des nervösen Ohrensausens nach der von mir empfohlenen

* *Studien zur Diagnose, Prognose und Heilung des nervösen Ohrensausens durch den galvanischen Strom. St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. VII, 1864.

** *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XIII, 1867.

Methode anstellte, wähle ich gerade wegen der technischen Unvollkommenheit seiner Ausführung; denn er beweist, was man auch mit weniger feinen Vorrichtungen erreichen kann, sobald man guten Willen und Sachverständniss mitbringt. Der Fall, den ich nur im Auszuge mittheile, betraf einen jungen Mann, welcher wegen zunehmender Schwerhörigkeit und heftigen Ohrensausens eine von ihm besuchte Bildungsanstalt zu verlassen gezwungen gewesen war, nachdem er sich bei verschiedenen Aerzten, unter Anderen auch bei dem Herrn Dr. SCHWARTZE in Halle einer Behandlung, jedoch ohne zufriedenstellenden Erfolg, unterzogen hatte. Die Krankheit hatte drei Jahre vorher begonnen mit einer entzündlich-katarrhalischen Affection des Schlundes, welche sich auf die *Tuba Eustachii* und Paukenhöhle ausbreitete. Nachdem die hierdurch erzeugte Schwerhörigkeit einige Zeit lang bestanden, trat in Folge angestrengter Arbeiten und starker Gemüthsbewegungen heftiges Ohrensausen ein, welches den Kranken in hohem Grade quälte. Gerade dieses Symptomes wegen begab er sich Hülfe suchend nach Halle und in die Hände des bereits genannten Ohrenarztes; ungeheilt von da zurückgekehrt vertraute er sich der Behandlung desjenigen Collegen an, dem ich diese Mittheilung verdanke. Nach drei galvanischen Sitzungen wurde der Kranke von seinem Ohrensausen geheilt. Hand in Hand hiermit ging eine so bedeutende Zunahme seines Hörvermögens, dass er, wie mir der College schreibt, die seines Uebels wegen verlassene Bildungsanstalt „fortan wieder besuchen wird“ Aus dem mir vorliegenden Behandlungsprotocolle gebe ich in Folgendem einen Theil der dritten und letzten galvanischen Sitzung wieder:

XX Elemente, 2 Widerstände (d. h. 2 Grade der Scala des Wasserrohres), Wendung von der Kathode auf die Anode: kein Sausen; $2^1/_2$ Widerstand: kein Sausen; 3 W.: k. S.; 4 W.: k. S.; 5 W., 6 W., 7 W., 8 W.: k. S. (Da der Widerstand in der Kette ist, so bedeuten höhere Ziffern niedere Stromstärken.) Hierauf der Sicherheit wegen nochmals 6 W., 7 W., 8 W.. kein Sausen; 9 W.: k. S. Jetzt nochmals der Sicherheit wegen 7 W., 8 W., 9 W.: k. S.; 10 W.: k. S. — Nunmehr wurde mittels des Schlussschiebers die Elementenzahl jede Viertelminute um 2 vermindert, bis das Ausschleichen ohne Wiedereintreten des Sausens gelungen war. Der Verfasser schliesst mit den Worten: „Das Sausen kehrt nicht zurück, Patient fühlt sich frei im Kopfe, schläft sehr beglückt mehrere Stunden und ist nun seit einigen Monaten vom Uebel befreit.“

Solche Erfahrungen werden, hoffe ich, geeignet sein, in den Ohrenärzten die Ueberzeugung zu befestigen, dass die in fachmässiger Weise und mit technischer Vollendung auszuführende Anwendung des elektrischen Stromes ihre Pflicht sei. Sobald sie sich erst mit der Sache vertraut

gemacht und befreundet haben, werden auch die oft gehörten laienhaften Bedenken, dass die Anwendung elektrischer Ströme auf das Gehörorgan zu aufregend und reizend sei, ihr Ende finden. Selbst Kinder habe ich mit Erfolg behandelt, und, was gewiss Etwas sagen will, die Formel der Hörnervenreaction bei ihnen mit vollkommener Sicherheit feststellen können. (Dass in Bezug auf den Modus der Hörnervenreaction die Angaben der Kranken nur „ein Echo der Fragen des Arztes" seien, wie Dr. Benedikt in seiner Elektrotherapie ausspricht, kann nur demjenigen glaubhaft erscheinen, der sich nie überzeugt hat, mit welcher Sicherheit man durch die elektrische Untersuchung die Angaben der Kranken zu controliren im Stande ist.) Auch in der Hagen'schen Arbeit* findet man die Beschreibung von der klaren und erfolgreichen Anwendung des Stromes bei einem ohrenkranken 10jährigen Knaben. Schaden bringen kann man freilich mit dem elektrischen Strome, wie mit jedem wirksamen Mittel, aber um es zu gebrauchen, und um über den Gebrauch desselben urtheilen zu dürfen, soll man erst Virtuos in der Handhabung desselben werden. Auch der Katheter kann in der Hand des Ungeübten eine Nasenmuschel zerbrechen und anderes Unheil stiften.

In denjenigen Fällen, in welchen das Ohrensausen hartnäckiger ist, aber doch zu derjenigen, prognostisch wohl zu unterscheidenden Species gehört, welcher die Anode während der Stromesdauer absolutes Stillschweigen auferlegt, gestaltet sich der Gang der Sache so, dass die Patienten den Arzt zunächst ohne Sausen verlassen. Nach kürzerer oder längerer Zeit aber, d. h. nach einer Viertelstunde, nach einigen Stunden, oder erst nach einem, selbst nach zwei Tagen stellt sich das Sausen erst in gelinderem, dann allmählich zunehmendem Grade wieder ein, um einer wiederholten galvanischen Sitzung aufs Neue zu weichen. Je schneller das Sausen wiederkehrt, auf eine um so längere Behandlung muss man sich und den Kranken vorbereiten. Aber nicht nur die Schnelligkeit, sondern auch der Grad der Wiederkehr des Sausens ist von grosser prognostischer Bedeutung. In den hartnäckigeren Fällen erhebt sich das Sausen, wenn nicht zeitig genug der galvanische Strom sein Veto einlegt, zu seiner vollen früheren Stärke. In leichteren Fällen geschieht dies nicht, und trotz der Wiederkehr des Symptomes macht sich dem Kranken dennoch eine dauernde Erleichterung bemerklich. Endlich liegt ein bedeutungsvolles prognostisches Moment noch in dem Charakter des widerkehrenden Sausens. In den hartnäckigeren Fällen bewahrt das Sausen nach seiner Wiederkehr vollkommen seine frühere Tonfärbung. In anderen Fällen aber verändert das Sausen bei der Wiederkehr seinen Charakter. Aus

* l. c.

Pfeifen, Klingen und dergleichen wird z. B. Summen oder Rauschen, und dieses kann nach wiederholten galvanischen Behandlungen sich nochmals verwandeln. Mit einer solchen Verwandlung des Charakters geht meistens eine Abnahme der Intensität Hand in Hand.

Heilbar aber sind, meiner Erfahrung nach, alle diese Arten von Sausen, welche während der Einwirkung von *A D* vollkommen verstummen. Freilich muss man bei Ausführung der Beobachtung sehr kritisch zu Werke gehen, und zwar sowohl der Arzt als der Kranke selbst. Es kommt nämlich oft genug vor, dass der seit langer Zeit vom Sausen gequälte Kranke, von der bei Schliessung der Kette eintretenden plötzlichen Dämpfung desselben überrascht, ein völliges Aufhören der subjectiven Empfindung meldet, während, wenn kritische Controle angewendet wird, es sich zeigt, dass doch noch ein geringer Rest von jener besteht.

Andererseits giebt es, wie früher erörtert wurde, Fälle, in denen zweierlei Arten subjectiver Gehörsempfindungen gleichzeitig bestehen, z. B. Kopfsausen und Ohrensausen, von denen das Eine der Einwirkung des Stromes weicht, das Andere aber nicht. Demgemäss ist, meinen Erfahrungen zu Folge, dann auch die Prognose zu stellen; denn jenes Sausen ist das heilbare, dieses wird dem elektrischen Strome Trotz bieten. Ich gebe in Folgendem einen Fall der Art, welcher dadurch besonders interessant und lehrreich sich gestaltete, dass das durch den Strom nicht heilbare Sausen durch die Luftdouche geheilt wurde, was übrigens keineswegs immer der Fall ist, denn es kommt vor, dass der eine Theil des Sausens allen Mitteln trotzt.

Vierte Beobachtung.

Hyperästhesie mit Kopfsausen und Ohrensausen bei florirendem Katarrh der Paukenhöhle; Heilung des Kopfsausens durch den Strom.

R. M., 45jähriger Gutsbesitzer, leidet seit 4 Jahren an Schwerhörigkeit mit unaufhörlichem Ohrensausen heftigsten Grades, welches ihm die Freude am Lebensgenuss stört. Beide Trommelfelle trübe, stark nach Innen gezogen, rechter Hammergriff sehr prominent und horizontal, linker Hammergriff undeutlich. In den Paukenhöhlen viel Schleim. Hörweite für die Uhr rechts 3″, links 5″ Die Unterhaltung mit dem Patienten ist mässig erschwert. *

Der sehr intelligente und ruhig beobachtende Kranke gab auf meine Frage an, dass er ausser dem Geräusch kochenden Wassers, welches er bestimmt nach Aussen verlegte, noch ein viel qualenderes metallisches Klingen im Kopfe selbst vernähme, welches ihm häufig „seine Kraft zum Denken raube.“ Die elektrische Untersuchung ergab Folgendes:

* Dieser Fall ist im 22 Versuche des physiologischen Theiles dieser Schrift bereits benutzt worden.

XX 10 *Ka S*: heftigstes Klingen. — Die Batterie wird auf 10 Elemente reducirt.
X 10, 20, 30, 40 *Ka S*: Keine Gehorssensation.
X 100 *Ka S*: Summen einer Fliege
Ka D: desgleichen, unendlich.
Ka O: „es entsteht eine kurze Lücke in meinem Sausen."
A S }
A D } „mein Sausen hat plötzlich vollkommen aufgehört."
Nach genauerer Beobachtung giebt er an, dass in der That nur das Geräusch im Kopfe ein Ende genommen habe, das Wassersieden aber noch deutlich vernehmbar sei.
A O: kurzes Fliegensummen und gleich darauf heftiges Wiedereintreten des Kopfsausens.

Bei höheren Stromstärken ändert sich hiervon nichts Wesentliches.

Interessant war die früher (22. Versuch) gemeldete Verschiedenheit des Charakters der *Ka S*-Reaction bei steigender Stromstärke. Patient gab nämlich bei einer ganz genau begrenzten niederen Stromstärke das Brummen einer Hummel und bei einer eben so bestimmten höheren Stromstärke das Brummen zweier in der Luft mit einander kämpfenden Hummeln an. Bei den verschiedensten in Gegenwart von Aerzten angestellten Controlversuchen, in denen ich die Sicherheit dieser Angabe auf die Probe stellte, widersprach sich der Patient niemals.

Das Kopfsausen wurde nun in der früher beschriebenen Weise mittels vorsichtigen Ausschleichens aus *A D* behandelt. Patient verliess mich nach der ersten Sitzung vollkommen frei von diesem Symptom, während die andere Art des Sausens unvermindert fortbestand, ja sogar jetzt deutlicher hervortrat. Nach der galvanischen Sitzung wurde der Kranke mit Luftdouchen behandelt und erhielt Jodkalium zum innerlichen Gebrauch.

Anderen Tages erschien er wieder bei mir mit der Meldung, das Kopfsausen sei seit dem heutigen Morgen wiedergekehrt, aber etwas dumpfer geworden. Galvanische Sitzung mit demselben Erfolge wie gestern.

Dritter Tag. Das Kopfsausen ist am Morgen wiedergekehrt und verschwindet nach der Sitzung.

Vierter Tag. Das gegen Morgen wiedergekehrte Kopfsausen wird wiederum beseitigt. Hierauf zweite Application der Luftdouche, nach welcher das Geräusch, welches der galvanische Strom nicht zu beseitigen vermochte, geringer wird.

Fünfter Tag. Das Kopfsausen, gegen Morgen wiedergekehrt, wird wiederum getilgt.

Sechster Tag. Desgleichen. Das Kopfsausen hat bei der Wiederkehr bedeutend an Intensität verloren. Patient lobt seinen Zustand mit Worten wärmsten Dankes; er habe sich seit Jahren nicht so frei im Kopfe und so heiter im Gemüthe gefühlt.

Siebenter Tag. Das Kopfsausen ist nach einer heftigen Gemüthsbewegung in stärkerem Grade wiedergekehrt. Beseitigung desselben wie früher.

Achter Tag. Patient ist frei im Kopfe. Galvanische Sitzung. Hierauf Luftdouche. Das Geräusch des Wassersiedens ist bedeutend geringer, die Hörweite rechts auf 7″, links auf 10″ gestiegen.

Neunter Tag. In mässigem Grade wiedergekehrtes Kopfsausen. Eine galvanische Sitzung beseitigt dasselbe wieder.

Zehnter Tag. Patient ist frei im Kopfe, trotzdem dass er genöthigt gewesen ist, die halbe Nacht hindurch zu schreiben. Er hält dies, seiner Erfahrung gemäss, für ein sehr gewichtiges Zeichen der Besserung.

Nachdem in dieser Weise die Behandlung noch 10 Tage lang fortgesetzt worden war, wurde die gleichzeitige Behandlung mittels der Luftdouche und des Jodkaliums abgebrochen. Das Geräusch von Wasserkochen war gehoben, die Luft drang leicht und ohne Schleimrasseln in die Paukenhöhlen ein, die Hörweite war rechts 9", links 16" Die galvanische Behandlung wird fortgesetzt. Das Kopfsausen blieb jetzt wiederholt zwei Tage lang aus, und wurde daher versuchsweise einige Male die tägliche galvanische Sitzung ausgesetzt. Am 30. Tage der Behandlung erscheint Patient wieder mit stärkerem Kopfsausen. Er hat aus Anlass eines Processes, wegen dessen er sich hier aufhalt, wiederum heftige Gemüthsaffecte gehabt. Die galvanische Sitzung befreit den Kopf.

Am 40. Tage der Behandlung sah er seine Verwandten zum ersten Male seit Beginn der Behandlung wieder, welche erklärten, dass er „ein ganz anderer Mensch geworden sei"; einen so durchgreifenden Einfluss auf sein ganzes Wesen, seine Art und Weise sich zu äussern hatte die Behandlung gehabt, trotzdem, dass seine Schwerhörigkeit zwar wohl gebessert, aber keineswegs gehoben war.

Am 60. Tage der Behandlung, nach 52 Sitzungen, wurde Patient, von dem Kopfsausen vollkommen geheilt, entlassen. In der letzten Woche war es überhaupt nicht mehr vorhanden gewesen, und Patient bat mich um die Erlaubniss, sofort wiederzukommen, wenn ein Recidiv eintreten sollte. Vor seiner Abreise konnte ich mich übrigens überzeugen, dass auch die Leichterregbarkeit des Hörnerven durch den galvanischen Strom zwar nicht viel, aber doch nachweisbar abgenommen hatte. Da der Patient seitdem nicht wieder erschienen ist, so glaube ich annehmen zu dürfen, dass er von dem Kopfsausen befreit geblieben ist.

Ich bemerke, dass sich unter denjenigen Fällen von Ohrensausen, in denen ich auf die angegebene Weise eine vollkommene Heilung erzielte, auch solche befanden, in denen die otiatrische Untersuchung anatomische Veränderungen nachzuweisen ausser Stande war.

In einer anderen Gruppe von Fällen war der Heilerfolg nur ein theilweiser und trat viel langsamer ein. Auch das Aufhören des Ohrensausens war in diesen während der Einwirkung der Anode nicht so eclatant als in den vorher beschriebenen Fällen. Ich gebe als Beleg die Geschichte eines noch in Behandlung befindlichen Falles, welcher auch in mancher anderen Beziehung lehrreich ist.

Fünfte Beobachtung.

Hartnäckige subjective Gehorsempfindungen mit Eingenommenheit des Kopfes und Schlaflosigkeit. Die Application des Stromes stosst auf grosse Schwierigkeiten; Besserung.

Dr. F. M., Chefredacteur einer Zeitung und Universitätslehrer, ein mit literarischen Arbeiten vielbeschäftigter Mann, übrigens vollkommen gesund, erkrankte vor zwei Jahren an Schwerhörigkeit nebst Sausen auf dem rechten Ohre. Auch das linke Ohr war ein wenig schwerhörig geworden. Die subjectiven, unaufhörlichen, jedoch in ihrer Intensität wechselnden Gehörsempfindungen, welche als Vogelzwitschern sich darstellten, gingen Hand in Hand mit Reizbarkeit des Nervensystemes, Gemüthsverstimmung und Schlaflosigkeit. Der Kranke unterzog sich beim Dr. Ockel einer längeren Behandlung. Der otiatrische Befund war folgender: Der Kranke hat ein Gefühl von

Völle in den Ohren. Die Trommelfelle ohne Lichtreflex aber mit deutlich sichtbarer Hammerinsertion. Linke Trommelhöhle vollkommen rein, die Luft dringt deutlich und stark ein. In der rechten Trommelhöhle viel freier Schleim. Joddämpfe, Gargarismen, Salmiakmixtur und Luftdouche. Nachdem diese Behandlung vom September 1866 bis zum Januar 1867 fortgesetzt worden war, konnte zwar eine geringe Besserung des Hörvermögens nachgewiesen werden, aber auf das Sausen und die damit verbundenen Reizungserscheinungen des Nervensystemes hatte die Behandlung nicht den geringsten Einfluss gehabt. Es wurden Dämpfe von *Aq. laurocerasi*, Einspritzungen von Strychninlösung in die Trommelhöhle ohne Erfolg, endlich vielfach wiederholte subcutane Einspritzungen von 1/8 bis zu 1/4 Gran *Morphium aceticum* in der Gegend des Warzenfortsatzes angewendet. Letztere brachten eine vorübergehende symptomatische Erleichterung, blieben im Ganzen aber ohne allen Einfluss auf das Uebel. Im Frühjahr 1867 wurde der Kranke vom Dr. Ockel mir zugeschickt. Der Versuch, die Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Strom festzustellen, scheiterte vollständig an der grossen Reizbarkeit des Kranken. Etwa fünf Sitzungen wurden vorgenommen, ohne ein diagnostisches oder therapeutisches Resultat zu liefern. Da der Kranke die Absicht hatte, sich demnächst nach Wien in die Behandlung des Herrn Dr Adam Politzer zu begeben, so wurden die elektrischen Sitzungen nicht weiter fortgesetzt; Patient begnügte sich zur vorübergehenden Erleichterung des Sausens subcutane Morphium-Injectionen (welche ohne jedes Zeichen von allgemeiner Narkose blieben) von Zeit zu Zeit ausführen zu lassen, und gebrauchte gegen die Schlaflosigkeit Morphium innerlich. Im Juni 1867 verweilte er in Wien bei Herrn Dr. Politzer, welcher ihn eine Zeit lang behandelte, in Bezug auf die Heilbarkeit des Uebels aber eine zweifelhafte Prognose stellte. Ein langerer Aufenthalt in Italien, welcher hierauf folgte, war ebenfalls ohne Erfolg. Der Winter von 1867—68 wurde bis zum Ende des Januar ohne Behandlung zugebracht. Der Zustand war derselbe. Ohrensausen, Schlaflosigkeit, allgemeine Reizbarkeit peinigten den übrigens sehr ruhigen und besonnenen Kranken, der dadurch verstimmt und in seinen geistigen Arbeiten gehemmt wurde. Im gesellschaftlichen Verkehr mit ihm nahm ich, aus Erfahrung wissend, dass eine andauernde elektrische Behandlung gerade gegen solche Kopfsymptome von Wirksamkeit ist, Gelegenheit, ihm den Vorschlag zu machen, er möge die elektrische Behandlung unter meiner Ueberwachung selbst ausführen und zu diesem Zwecke jeden Abend vor dem Schlafengehen eine Application des Stromes in der ihm anzugebenden Weise vornehmen. Dies geschah vom 4. Februar d. J. an und wird bis jetzt fortgesetzt. Anstatt des Rheostaten übergab ich dem Kranken neben den übrigen Vorrichtungen zunächst ein Wasserrohr, welches er in Grade eintheilte und in die Kette einschaltete. Der zu derartigen Beobachtungen sehr befähigte und der Sache selbst eingehendes Interesse und Verständniss entgegenbringende Kranke entwarf ein genaues Beobachtungsprotocoll, aus welchem ich in Folgendem einen Auszug wiedergebe. Zunächst hatte ich die Anweisung gegeben, nur die Anode einwirken zu lassen und den Oeffnungsreiz durch allmähliche Verlangerung der Wassersäule zu umgehen. Die Batterie bestand aus 10 kleinen Zink-Kohle-Elementen, war mit Tauchvorrichtung versehen, und der von ihr gelieferte Strom war bei gänzlicher Ausschaltung des Wasserrohres noch schwach genug, um mit Leichtigkeit an allen Puncten des Gesichts ertragen zu werden.

4 Febr. 2 Elemente. Bei der Entfernung (des die Länge der Wassersäule regulirenden Metallstabes) von 32‴ gar keine Empfindung. Genähert bis 11‴: Gefühl des Freierwerdens im Kopfe. Dort gelassen: beständig mässige und sehr milde Empfindung des Stromes.

5\. Febr. Wassersäule bis auf Null verkürzt.

6\. Febr. Keine besondere Erscheinung, Strom behaglich. Alle drei Nächte sehr gut geschlafen. Beim Aufwachen Sausen sehr milde.

7\. Febr. 3 Elemente, Wassersäule Null Gegen 11 Uhr Abends. Sausen auffallend schwach.

8\. Febr. Der Apparat giebt keinen Strom.

9\. Febr. Neu aufgefüllte Batterie. 3 Elemente. Der Strom wird kräftig aber nicht unangenehm empfunden. Nach der Sitzung auffallend rasches Wechseln des Geräusches, das sich oft in das gewöhnliche sogenannte Ohrenklingen verwandelt. Später Geräusch sehr milde. Gefühl der Schläfrigkeit.

10\. Febr. Sitzung unmittelbar nach der Rückkehr von einem Besuch. (Keine Spirituosa genossen, aber kaltes windiges Wetter.) Wirkung aufregend; schlecht geschlafen. Geräusch milde.

11\. Febr. Während der Sitzung starkes Brennen an beiden Polen. Die Nacht vortrefflich geschlafen. Geräusch ziemlich stark.

12\. Febr. Starkes Brennen an beiden Polen. Nach drei Minuten sogar Blitzerscheinung, desshalb aufgehört Unmittelbar nach der Sitzung Geräusch im Ohr äusserst schwach

13\. Febr. Starker Schnupfen. Geräusch im Ohr wieder ziemlich stark Sitzung wie früher. Nacht gut.

14\. Febr. 4 Elemente. Wassersäule 1'''. Den Tag über Geräusch recht stark (bedeutender Schnupfen). Bei der Sitzung die Wassersäule langsam verkürzt bis 1''' und ebenso langsam wieder verlängert. Nach der Sitzung sogleich das Geräusch viel milder, wird aber bald wieder sehr stark.

15\. Febr. Den ganzen Tag über sehr starkes Geräusch. Nach der Sitzung gut geschlafen.

16\. Febr. Geräusch etwas gelinder, aber immer noch recht stark. Schmerz im Gehörgange.

17\. Febr.* Zuerst 7 Elemente, zu stark; dann 4 Elemente, kräftig aber nicht zu stark. Kathode: Wagenrollen; dann Wendung auf die Anode: bei der Stromesdauer wird das gewöhnliche Geräusch ganz milde; bei Oeffnung der Kette dumpfes Geräusch. Nach der Sitzung Geräusch lange milde. Sehr gut geschlafen.

18\. Febr. Beim Aufwachen Geräusch sehr milde, etwas Kopfschmerz (jetzt selten, sonst so häufig!). Nach der Sitzung Geräusch milder. Nacht gut geschlafen.

19\. Febr Mit sehr mildem Geräusch aufgewacht. Den ganzen Tag Geräusch milde. Nach der Sitzung Geräusch sehr milde. Sehr fest und gut geschlafen.

20\. Febr. Mit sehr leisem Geräusch aufgewacht. Den ganzen Tag Geräusch sehr milde. Kathode: Eigentlich keine Geräuschverstärkung, aber sehr unangenehmes Gefühl, während die Anode, abgesehen vom Brennen, im Gegentheil ein behagliches Gefühl verursacht. Wendung mit Blitzerscheinung. Unmittelbar nach der Sitzung Geräusch stärker als vorher, wird dann aber bald wieder milder. Sehr gut geschlafen.

21\. Febr Beim Aufwachen Geräusch sehr milde, wird aber am Tage ohne jeden ostensibeln Grund sehr stark. Heute ohne Polwendung. Das Brennen wird jetzt täglich stärker. Nach der Sitzung Geräusch milde. Dasselbe hat

* Von jetzt ab liess Patient der Einwirkung der Anode die der Kathode vorhergehen.

überhaupt jetzt einen anderen Charakter; früher mehr Vogelzwitschern, jetzt mehr Ssamowarkochen (Theemaschine).

22. Febr. 5 Elemente. Wegen starken Brennens im Gehörgange den Pol am äusseren Ohre angesetzt. Kathode bei 3''' langer Wassersäule: ganz ohne Gehörerscheinung. Polwendung: starke aber behagliche Empfindung des Stromes mit allmähliger Abnahme des Geräusches, das in der That zu einem erquicklichen Minimum herabsinkt Eine halbe Stunde später noch immer Geräusch von nicht dagewesener Milde. Später wieder stärker.

23. Febr. Bis spät Abends ein tauber und heiserer Besuch. Alles schreit. Geräusch viel stärker. Späte Sitzung. Wirkung durch das Vorhergegangene wahrscheinlich stark behindert. Kann nicht schlafen, nehme Morphium. Geräusch sehr mässig, auch beim Erwachen am anderen Morgen.

Bis zum 29. Februar wurden während dreier Tage keine Sitzungen gemacht, und an den anderen Tagen erwies sich die Batterie als schwach. An zweien dieser Tage liess sich Patient durch heftige Kopfschmerzen abhalten, die Sitzung vorzunehmen. Ich empfehle ihm gerade dann den galvanischen Strom zu versuchen, da ich eine günstige Wirkung gegen diese Kopfschmerzen erwarte.

29. Febr. 4 Elemente. Kathode: Deutliches rollendes Geräusch, das bei der Wendung aufhört. Wirkung wenig nachhaltig, vielleicht weil die Kathode zu lange einwirken gelassen? Uebrigens sehr gut geschlafen

1 März. Kathode, dann Wendung mit denselben Erscheinungen wie gestern. Das Geräusch hat jetzt wieder einen unangenehmeren Charakter angenommen (Zwitschern). Werde doch versuchen, nur die Anode anzuwenden.

2. März. Nach Nachtwachen verstärktes Geräusch. Nach der Sitzung milder als vorher. Im Allgemeinen ist das Geräusch jetzt von wechselndem Charakter und Intensität.

3. März * Der Strom bringt im gesunden Ohre, wo ich ihn versuche, deutlich rollendes Geräusch hervor. Am kranken Ohre Anode: Wirkung wie früher.

4. März. Sehr gut geschlafen. Mit sehr mildem Geräusch erwacht; gleich nach dem Erwachen Sitzung (Anode), und darnach das Geräusch auf ein Minimum reducirt.

Nach einer zweiten Sitzung am Abend (Anode) ist das Geräusch auf ein sehr erquickliches Minimum reducirt. Eine halbe Stunde nachher Geräusch noch immer sehr leise, und mit der Uhrprobe bedeutend grössere Hörweite.

5. März. Beim Aufstehen Geräusch milder als die letzten Tage. Muss stark arbeiten, bekomme Kopfschmerzen, vertreibe sie mit dem Strom. Nach der am Mittag vorgenommenen Sitzung das vorher verstärkte Geräusch wieder milde.

Abendsitzung. Angenehm mildernde Wirkung des Stromes.

* Da die Wassersäule nur eine unvollkommene Vorrichtung ist, und die Verlängerung derselben stets die oben notirten unangenehmen Empfindungen erregt, so übergebe ich dem Patienten einen Rheostaten, bei dessen Gebrauch jene Empfindungen ausbleiben. Von jetzt ab wird die ganze Batterie in die Kette genommen.

Im Folgenden notire ich noch folgende einzelne von den täglich wiederholten Sitzungen.

7. März. Trotz Nachtschwärmerei beim Aufstehen sehr mildes Geräusch. Nach der Vorlesung in der Universität wird es viel starker. Unmittelbar nach der Sitzung schwächer, später wieder stärker.

10. März. Sehr gut geschlafen, mit sehr mildem Geräusch erwacht. Allgemeine Beobachtung: In dem Ohr ist wieder Ohrenschmalz, was seit langer Zeit nicht gewesen war. Der Charakter des Geräusches ist jetzt constant ein anderer geworden (Ssamowarkochen). Ich versuche die Reaction des Ohres zu untersuchen und finde:

X 200 *Ka S R* (Rollen).
Ka D R ∞.
Ka O —.
A S —.
A D —.
A O —.

Ich steige bis *X* 700 (Anode) und schleiche aus. Bedeutende und nachhaltige Minderung des Geräusches.

14. März. Mit sehr mildem Geräusch erwacht. Es wird im Laufe des Tages sehr stark und lästig, so dass ich um 6½ Uhr eine Sitzung mache, nach welcher es sofort milder wird.

15. März. Beim Aufstehen recht mildes Geräusch. Gleich nach dem Aufstehen Sitzung, nach welcher es auf ein Minimum reducirt wird. Später etwas stärker, aber erträglich.

Nach der Abendsitzung merkliche Minderung.

18. März. Mit sehr mildem Geräusch erwacht. Morgensitzung. Nach derselben Geräusch nur noch ganz unbedeutend vorhanden.

Da nach den vielen und langen Sitzungen Excoriationen im Gehörgange entstanden, und Hautfetzen sich ablösten, so wurde die Behandlung zunächst einige Tage ausgesetzt, und dann wieder aufgenommen, jedoch nur einmal am Tage und von geringerer Dauer.

Am 28. März nahm ich eine Sitzung bei mir vor, und constatirte die Formel:

X 200 *Ka S R'*.
Ka D R ∞.
Ka O —.
A S —.
A D —.
A O R.

Die Behandlung wird fortgesetzt

Ich habe es aus verschiedenen Gründen für nützlich gehalten, gerade diesen Fall so ausführlich wiederzugeben, obgleich die Behandlung wenigstens bis jetzt keineswegs zu einer Heilung geführt hat. Insbesondere zeigt die Geschichte des Falles, wie vorsichtig man verfahren muss bei der Beurtheilung der Erregbarkeit eines Hörnerven durch den Strom, wenn man reizbare Personen vor sich hat. Schwieriger als in diesem Falle

dürfte die elektrische Erregung des Hörnerven wohl kaum jemals sein. Dennoch bin ich durch die angewendete Ausdauer, und nachdem Patient sich mit der Sache befreundet hat, dazu gekommen, jetzt die obige Formel jederzeit und ohne Schwierigkeit herstellen zu können, nachdem früher die elektrische Untersuchung ein vollkommen negatives Resultat gegeben hatte.

Was den bis jetzt erlangten therapeutischen Erfolg betrifft, so ist ausser der allmählig eingetretenen Verminderung des Sausens und ausser der jetzt constant gewordenen Veränderung seines Charakters, insbesondere zu notiren, dass der Kopf freier und der Schlaf, gleich von Beginn der elektrischen Behandlung an, besser geworden sind.

2. Hyperästhesie des Hörnerven mit paradoxer Formel des nicht armirten Ohres und subjectiven Gehörsempfindungen.

Da, wie bereits im pathologischen Theile erörtert worden ist, in diesem interessanten und auffallenden Zustande der Hörnerv des nicht armirten Ohres, sobald das andere Ohr mit der Anode behandelt wird, so reagirt, als würde er mit der Kathode behandelt; da also, wenn in dem behandelten Ohre das Sausen durch *A D* gedämpft wird, es in dem anderen Ohre sich steigert, so behandle ich, wenn, was nicht immer der Fall ist, das Sausen in solchen Fällen durch die Anode gedämpft werden kann, beide Ohren gleichzeitig mit der Anode, indem ich dieselbe in zwei Arme theile.

Sechste Beobachtung.

Jahrzehnte altes Kopfsausen und Ohrensausen mit Schwerhörigkeit; quälende Reflexerscheinungen in der motorischen Sphäre; bedeutende anatomische Veränderungen im Ohre; Besserung.

Dr. O., der bereits in der ersten Beobachtung erwähnte Patient, leidet seit den Kinderjahren an hochgradiger Harthörigkeit und peinigenden subjectiven Gehörsempfindungen. Die Unterhaltung mit ihm ist merklich erschwert. Mittellaute Sprache hört er etwa 30″ weit auf dem rechten, 16″ weit auf dem linken Ohre. Die Taschenuhr hört er rechts beim Anlegen an das Ohr, links nicht. Knochenleitung durch die Zähne für beide Ohren. Tubenpassage frei. In den Trommelhöhlen kein Schleim. Ohrenschmalz fehlt beiderseits. Dabei Gefühl von Kühle und Leblosigkeit in den Ohren, welche nicht zum übrigen Organismus zu gehören scheinen. Das rechte Trommelfell stark getrübt, zeigt eine alte, tief trichterförmig nach Innen gezogene, vielleicht dort angewachsene, Perforationsnarbe. Das linke Trommelfell wurde bereits beschrieben.

Der Kranke unterscheidet neben dem eigentlichen Ohrensausen noch ein anderes von anderem Charakter, welches eine tiefere Tonlage besitzt, geringerem Wechsel

unterworfen ist, und als dessen Sitz er eine Stelle in der Gegend des Hinterkopfes bezeichnet, in der Mitte zwischen beiden Ohren. Wenn der seit mehreren Jahrzehnten vom heftigsten Sausen gepeinigte Kranke, welcher lange Zeit das Eintreten von Geistesstörung befürchtete, des Abends sich zur Nachtruhe bereit machte, so wurde er im Augenblicke des Einschlafens regelmassig von blitzartigen Schlägen erschüttert, welche in von Zuckungen gefolgten Detonationen bestanden. Diese Schläge gingen von dem Puncte aus, wo jenes zweite Sausen seinen Sitz hatte, und erstreckten sich bis in die äussersten Spitzen aller Extremitäten. Nachdem die hierauf folgende, oft sehr grosse Aufregung des Nervensystems sich beruhigt hatte, und der Patient von Neuem in Begriff stand, einzuschlafen, wiederholte sich die blitzartige Erschütterung des ganzen Körpers, und so fort, drei oder mehrere Male, ehe die nächtliche Ruhe eintrat. Dieses Leidensgemälde deutet zweifelsohne auf nervösen Charakter des Uebels hin.

Auch die Ergebnisse der elektrischen Untersuchung sprachen für den nervösen Charakter dieses zweiten Sausens. Während $A\,D$ war der Patient hocherfreut ein völliges Aufhören des langgewohnten Sausens melden zu können. Eine genauere Beobachtung lehrte indessen bald, dass das gänzliche Aufhören eine Täuschung war, und der dämpfende Einfluss des Stromes sich nur auf das „Kopfsausen" bezog.

Beide Hörnerven zeigten eine enorme Hyperasthesie und zwar mit der paradoxen Reaction des nicht armirten Ohres, aber der linke zeigte ausserdem den oben erörterten Zustand, in welchem die Hyperästhesie sich erst bemerklich macht, nachdem der Nerv bereits einmal durch den Strom zur Thätigkeit angeregt worden ist. Zu dieser ersten Erregung gehörten also viel höhere Stromstärken, als auf dem rechten Ohre. Sobald aber diejenige Stromstärke erreicht war, bei welcher eine akustische Empfindung auftrat, so ging jetzt die $E\,\mathrm{II}$ zu viel niedrigeren Stromstärken herab als auf dem rechten Ohre. Bezeichnend war es, dass bei der ersten Erregung diejenige Stromstärke, welche vom Hörnerven ohne Antwort gelassen wurde, derjenigen, bei welcher er mit voller Intensität (heftiges durchdringendes Klingen) reagirte, ganz nahe lag Die $E\,\mathrm{II}$ hielt links auch viel länger an als rechts. In jeder neuen Sitzung zeigten sich wieder dieselben Erscheinungen.

Der Kranke wurde von mir zu wiederholten Malen, jedes Mal mehrere Monate lang behandelt. Ausser der bereits oben gemeldeten theilweisen Resorption der Trommelfelltrübung waren die Erfolge dieser Behandlung folgende:

Das Kopfsausen verminderte sich stetig, indem Patient sich nach jeder Sitzung mehr oder weniger lange freier und ungenirter im Kopfe fuhlte und zu einer neuen Sitzung erschien, sobald die Symptome sich wieder steigerten. Dabei war es dem Kranken im höchsten Grade erfreulich, zu bemerken, dass die erwähnten, vor dem Einschlafen eintretenden blitzartigen Erschütterungen des Körpers an Intensität sowohl als an Ausdehnung abnahmen; denn sie erstreckten sich nicht mehr bis in die aussersten Spitzen der Extremitaten, den ganzen Körper aufschüttelnd, sondern nur etwa bis zur Mitte des Rumpfes. Später erstreckten sie sich nur noch bis in die Gegend des Halses, wurden immer seltener und blieben endlich — ein über 30 Jahre altes Symptom — gänzlich oder fast gänzlich aus. Gleichzeitig machte Patient die Bemerkung, dass der im Ohre darniederliegende Stoffumsatz sich hebe, dass der Gehörgang feucht werde, während er bisher an ununterbrochener Trockenheit litt, ja dass sich — ein dem Kranken ganz neues Gefühl — zuweilen kitzelnde Empfindungen im Ohre und das Bedürfniss einstellten, die Spitze des Fingers im Gehörgang bohrend umherzubewegen. Der Kranke erklärte, in seinen Ohren „ein Gefühl von Leben und Zugehörigkeit zu seinem übrigen Organismus" gewonnen zu haben, was ihm seit lange fremd gewesen.

Ein kümmerlicher Ersatz für seine Leiden war dem Patienten gegeben in einer Kunstfertigkeit, mit welcher er, ich weiss nicht wie und womit, im Innern seiner Ohren ein mehrere Schritte weit vernehmbares Knacken nach Belieben zu jeder Zeit erzeugen konnte. Oefters passirte es ihm, dass er in der Zerstreuung unbewusst diese Musik vollführte und von Umstehenden, ja selbst von Solchen, welche während einer Fahrt mit ihm im rollenden Wagen sassen, erstaunt nach der Ursache dieser Laute gefragt wurde. Diese sonderbare Kunstfertigkeit verlor sich während der Behandlung zur Verwunderung des Kranken in immer steigendem Grade, und wir nahmen dies als einen willkommenen Beweis für den Einfluss des Stromes auf Ernährung und Stoffwechsel im Innern des Ohres an.

Zugleich mit diesen Erfolgen nahm die Hörfähigkeit des Kranken bemerkbar zu, insbesondere wurde die Unterhaltung mit ihm etwas leichter, und manche Töne, welche er früher aus gewisser Entfernung nicht gehört hatte, z. B. das Schlagen eines Kanarienvogels im anderen Zimmer, vernahm er jetzt. Bei alledem blieb er sehr schwerhörig und es bedurfte einer genaueren Beobachtung, um die gewonnene Besserung der Hörfähigkeit festzustellen. Die grössere Freiheit im Kopfe und die dauernde Herabsetzung des Sausens (nur das Ohrensausen war übrig geblieben; das Kopfsausen trat nur nach besonderen Veranlassungen und nur in Andeutungen auf), hatten einen wohlthuenden Einfluss auf seinen Gemüthszustand, und ich glaube es zum Theile diesem zuschreiben zu dürfen, dass Patient den Entschluss fasste und ausführte, zu heirathen. Leider sollte er das Glück der neuen Lebensstellung nicht lange geniessen, da ein Choleraanfall seinem Leben ein Ende machte.

Aehnliche therapeutische Erfolge in Bezug auf das Kopfsausen und andere Symptome nervöser Erkrankung in Fällen von Gehörleiden habe ich in grosser Zahl aufzuweisen. Der in der neunzehnten Beobachtung des pathologischen Theiles erwähnte Officier hat nicht nur jedesmal nach der Sitzung mehrere Tage lang ein bedeutendes Nachlassen des Sausens beobachtet, sondern dasselbe hat auch dauernd an Intensität verloren, der Kopf ist freier; die erwähnten seit vielen Jahren etwa drei Male im Monate auftretenden Ohnmachtanfälle sind im Verlauf der bis jetzt zwei Monate dauernden Behandlung nur zwei Male dagewesen. Der in der hierauf folgenden Beobachtung angeführte Handwerker erscheint seit vier Jahren regelmässig von Zeit zu Zeit bei mir, um sich „den Kopf frei machen zu lassen.“ Seine Hörfähigkeit hatte ebenfalls zugenommen, hat aber neuerdings, nachdem er durch eine *Febris recurrens* sehr heruntergekommen, wieder ihren früheren Grad erreicht.

Ich komme jetzt noch einmal auf eine im Laufe meiner Untersuchung gemachte und schon früher auf diesen Blättern erwähnte Beobachtung zurück, betreffend die Coincidenz von solchen Motilitätsstörungen des Sehorganes, als deren Ursache ein pathologischer Vorgang im Centrum nachgewiesen oder vermuthet werden konnte, mit anomaler Reaction des Hörnerven auf den elektrischen Reiz.

Die beiden hier einschlägigen Fälle, welche ich bereits angeführt habe (9. und 11. Beobachtung), boten kein schlagendes Beweismoment für den centralen Charakter des Leidens dar, und der erstere derselben war noch dazu mit nachweisbaren anatomischen Veränderungen des Gehörorganes selbst complicirt. In der folgenden Beobachtung werde ich nun einen Fall mittheilen, in welchem ich die keineswegs vermuthete und durch kein weiteres Symptom angedeutete centrale Natur des Leidens aus der gleichzeitig bestehenden anomalen Reaction des Hörnerven auf den Strom diagnosticirte, und dessen Verlauf die Richtigkeit dieser Diagnose auf eine unerwartete Weise bestätigte.

Da dieser Gegenstand, wenn ich mich nicht irre, auch ein weiteres diagnostisches Interesse für die Neuropathologie und Ophthalmologie darbieten dürfte, so halte ich zum vollen Verständniss der Sache noch eine Vorbemerkung für nothwendig.

Dass man gewisse Motilitätsstörungen des Auges, welche häufig allen anderen Mitteln trotzen, durch galvanische Ströme zu heilen im Stande sei, ist wohl jedem Augenarzt und Elektrotherapeuten bekannt. Benedikt, welcher vor einer Reihe von Jahren zuerst einschlägige Beobachtungen veröffentlichte, erklärt das Zustandekommen auch dieser Wirkung durch Reflex von den Hautnerven. Mit dieser Anschauung in Zusammenhang bringt er seine Erfahrung, dass schwache Ströme die Heilwirkung sicherer entfalten als stärkere. Dies letztere muss ich bestreiten auf Grund zahlreicher eigener Erfahrungen, und bin der Meinung, dass wir bis jetzt völlig ausser Stande sind, über die Art des Zustandekommens jener Heilwirkung eine festbegründete Ansicht aufzustellen. Manches aber, was sich beweisen lässt, dessen Darlegung hier jedoch zu weit führen würde, ist keineswegs geeignet, jene Reflextheorie zu stützen. Die Heilwirkung galvanischer Ströme auf Motilitätsstörungen des Auges ist eine zweifellose aber rein empirische Thatsache, und wir sind bis jetzt keineswegs im Stande, durch die elektrische Untersuchung eine Diagnose und Prognose der in Rede stehenden Augenleiden zu begründen.

Die Behandlung dieser Uebel durch galvanische Ströme ist bis jetzt Nichts als das Probiren eines Mittels, welches fachmässig angewendet nicht schadet und in einer grossen Anzahl von Fällen auf eine unerklärte Weise zum gewünschten Heilerfolge führt.

Ich muss zu dem Ausgesprochenen nun noch hinzufügen, dass meinen Erfahrungen zu Folge in Fällen jener Motilitätsstörungen des Auges die etwaige centrale Ursache des Leidens die elektrische Behandlung weder contraindicirt, noch auch die Prognose des Augenleidens unbedingt trübt. Unter den von mir aufgezeichneten zahlreichen Beobachtungen finden sich

Fälle von zweifellos nicht centraler Natur, welche ungeheilt geblieben sind, und wiederum solche von eben so zweifellos centraler Natur, welche trotz des fortbestehenden centralen Leidens vollkommen geheilt worden sind. In späteren Abtheilungen dieser Schrift werde ich die Leistungen der elektrischen Ströme bei central bedingten Uebeln eingehender besprechen. Hier will ich für diejenigen Aerzte, welche sich versucht fühlen sollten, zu der Heilung solcher Uebel den Kopf zu schütteln, nur bemerken, dass es centrale pathologische Processe giebt, welche in einem gewissen Stadium eben so sicher Motilitätsstörungen des Auges im Gefolge haben, als diese Störungen im Verlaufe des sich weiter entwickelnden centralen Krankheitsprocesses wieder verschwinden. (Gewisse Arten von *Tabes dorsalis.*)

Einer von denjenigen Fällen nun, in denen ich bei Motilitätsstörungen des Sehorganes gleichzeitig anomale Reaction des Hörnerven auf den Strom beobachtete, und in denen das genannte Leiden eine centrale Ursache hatte, welche ich durch den eigenthümlichen Zustand des Hörnerven zu erkennen vermochte, ist folgender: *

Siebente Beobachtung.

Alternirende Lähmung von Augenmuskeln; Hyperästhesie des *Acusticus*; Hemiplegie

D. S., 35jähriger, anscheinend sonst vollkommen gesunder Eisenbahnschaffner, erlitt vor drei Wochen nach einer bei grosser Kälte und Wind ausgeführten Bahnfahrt eine Parese des *Musc. rectus externus bulbi dextri*, in Folge dessen er mit Doppeltsehen behaftet war. Dr. Graf Magawly wies mir den Kranken zur Behandlung zu. Patient zeigte nicht die geringsten anderweitigen Motilitätsstörungen; die Intelligenz war vollkommen frei; Sprachvermögen intact; auch im Bereich der Empfindungsnerven hatte er sich über Nichts zu beklagen. Dem Trunk war er nicht ergeben.

Die sofort vorgenommene galvanische Untersuchung der Ohren ergab eine hochgradige Hyperästhesie des rechten Hörnerven, aber mit der paradoxen Reaction des nicht behandelten linken Ohres. Es zeigte sich nämlich:

Rechtes, armirtes Ohr.	Linkes, nicht armirtes Ohr.
X 40 *Ka S K'* (heftiges scharfes Klingen)	—.
Ka D K $\propto$.	—.
Ka O —.	*k*.
A S —.	*K'* (wie rechts).
A D —.	*K* $\propto$.
A O K $>$.	—.

Die *E* II ging soweit hinab, dass sie bei dieser Stärke der Batterie nicht bestimmt werden konnte.

---

* Ich habe diesen Fall im Verein St. Petersburger Aerzte erörtert und demonstrirt. Siehe *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. XII, 1867. Sitzungsberichte vom 7. März 1867 und vom 2. Mai 1867.

Wenn das linke Ohr behandelt wurde, so ergab sich Folgendes:

X 40, 50, 60, 70, Nichts. Bei *X* 80 aber zeigte sich links die Formel für Hyperästhesie mit der paradoxen Formel auf dem rechten Ohre, ganz wie oben.

Es war also auf beiden Seiten hochgradige Hyperästhesie des Hörnerven vorhanden und zwar mit der paradoxen Reaction des nicht behandelten Ohres; die Hyperästhesie war aber rechts merklich grösser als links. Die Hörweite war auf beiden Seiten gering, 6" für die Taschenuhr. Ich sprach daher den Verdacht auf centrale Ursache des Leidens aus, obgleich für diese Vermuthung anderweitige Anhaltspunkte nicht bestanden. Der Verlauf des Leidens bestätigte in der auffallendsten und interessantesten Weise meinen Verdacht.

Durch 8 Sitzungen wurde das Augenleiden gradatim vollständig beseitigt, und in demselben Maasse verschwand die Differenz in dem Grade der Hyperästhesie beider Hörnerven; so zwar, dass die des rechten Hörnerven abnahm.

Am Tage nach der achten Sitzung präsentirte sich Patient mit Parese des *Musc. rectus externus bulbi sinistri* und dem entsprechenden Doppeltsehen. Zugleich war wiederum die oben bezeichnete Differenz in dem Grade der Hyperästhesie beider Hörnerven eingetreten, jedoch in umgekehrtem Sinne; so zwar, dass jetzt der linke Hörnerv leichter erregbar war als der rechte.

Nach 6 Sitzungen war die Lähmung des linken Augenmuskels geheilt und gleichzeitig auch die Gleichheit der Hyperästhesie beider Hörnerven wiederhergestellt.

Zwei Tage später war wieder der ursprüngliche Zustand eingetreten, nämlich Parese des *Musc. rectus externus bulbi dextri* mit überwiegender Hyperästhesie des rechten Hörnerven. In dieser Weise wechselten die Affectionen der Augen und Ohren beider Seiten noch drei Male miteinander ab; jedoch wurden sowohl die Insufficienz der Muskeln als die Hyperästhesie der Hörnerven in Bezug auf ihre absolute Grösse immer schwächer.

Nach der 40. Sitzung war Patient von seinem Augenleiden geheilt. Die zur Erregung der Hörnerven erforderliche Stromstärke war jetzt bedeutend höher, als Anfangs (*X* 200), aber die Formel der Reaction war noch immer die der Hyperästhesie und bei noch höheren Stromstärken war auch die paradoxe Reaction auf dem nicht behandelten Ohre noch zu erzwingen. *

Dieser eben so auffallende als räthselhafte Verlauf konnte mich in der Annahme eines centralen Ursprungs des Leidens nur bestärken.

Patient, der sich vollkommen wohl fühlte, (das Hörvermogen für das Gehwerk der Taschenuhr war schliesslich beiderseits 9 Zoll, also immer noch schwach; für die Sprache war es nach wie vor normal), wurde aus der Behandlung entlassen und trat seine Dienstfunction wieder an.

Die Richtigkeit meiner Diagnose sollte sich aber unerwartet schnell bestatigen, denn nach drei Wochen wurde er während einer Bahnfahrt unter Erscheinungen von Blitzen in den Augen, Sausen in den Ohren, Erschütterungen im Kopfe und allmählig eintretender Ohnmacht von einer rechtsseitigen Hemiplegie befallen, welche nach Wiederkehr des Bewusstseins einen halben Tag anhielt und dann verschwand. Seitdem ist, so viel ich weiss, eine neue Erkrankung noch nicht eingetreten.

* In der oben citirten Demonstration, welche kurz vor erfolgter Heilung des Symptomes stattfand, findet man bereits die Schwierigkeit der Herstellung der pathologischen Formel deutlich ausgesprochen. Vergl. die Anmerkung zum Sitzungsprotocoll.

Ich glaube, dass ich mich mit der Mittheilung dieses Falles, den ich nur desshalb gewählt habe, weil er von Anderen constatirt und vor einem ärztlichen Verein erörtert und demonstrirt worden ist, begnügen darf und von dem in dieser Schrift befolgten Princip der Sparsamkeit in der Casuistik nicht abzugehen brauche. Aehnlicher Fälle habe ich eine ganze Reihe beobachtet. Ich hoffe, dass man mir nicht Unrecht geben werde, wenn ich glaube, in der von mir aufgefundenen Coincidenz von Augenleiden mit Hörnervenstörungen ein Moment von diagnostischem und prognostischem Werth erblicken zu dürfen.

Augenärzte werden die beste Gelegenheit haben, die Sache zu prüfen oder prüfen zu lassen.

3. Schwerhörigkeit mit qualitativer Veränderung der Reactionsformel.

Achte Beobachtung.

Faciallähmung, anomale Reaction des Hornerven mit Schwerhörigkeit auf der der Lähmung entsprechenden Seite. Nach Heilung der Lähmung und der Schwerhörigkeit Normalreaction des Hörnerven.

R. T., 25jähriger Beamter, hat während einer Eisenbahnfahrt bei kaltem Winde am offenen Fenster des Wagens geschlafen und sich dadurch eine linksseitige Faciállähmung zugezogen. Acht Tage später kommt er in meine Behandlung. Die Elektrocontractilität der gelähmten Gesichtshälfte äusserst herabgesetzt, die Galvanocontractilität erhöht; der Hörnerv der gelähmten Seite reagirt wie folgt:

N N 500 *Ka S K*.
Ka D k > (sehr kurz).
Ka O .—.
A S R (Wagenrollen).
A D r > (sehr kurz).
A O k.

Das rechte Ohr zeigt bei *N N* 450 die Normalformel. Links hört der Kranke eine Taschenuhr, welche er rechts 40″ weit vernimmt, nur 10″ weit.

Nach einigen Tagen ist die Elektrocontractilität der gelähmten Muskeln völlig geschwunden, die Galvanocontractilität sehr erhöht und zugleich hat die Zuckung den langsamen Charakter angenommen, welcher zur Folge hat, dass schnell unterbrochene galvanische Ströme wirkungslos bleiben, während langsamer unterbrochene, die auf der gesunden Seite eine der Zahl der Unterbrechungen entsprechende Zahl einzelner Zuckungen auslösen, eine anhaltende Zusammenziehung hervorbringen

Der Kranke wird in täglichen Sitzungen vom Gehörgang aus behandelt, und zwar so, dass die pathologische *A S*-Reaction durch Einschleichen zu umgehen, durch lange Stromesdauer und Oeffnung in voller Stromstärke die *A O*-Reaction zu verstärken, und umgekehrt die *Ka S*-Reaction durch Schliessung in voller Stromstärke zu verstärken gesucht wird, während *Ka O* stets durch Ausschleichen bewirkt und niemals eine Wendung von der Kathode auf die Anode, wohl aber umgekehrt, vorgenommen wird.

Nach 45 Sitzungen war der Kranke von der Lähmung und der Schwerhörigkeit geheilt (Hörweite 40" auf beiden Seiten). Bei hohen Stromstärken war *A S*-Reaction noch zu erzeugen, erschien aber mit viel geringerer Bereitwilligkeit. Die Normalreactionen hatten an Intensität gewonnen.

Ein Vierteljahr später stellte sich Patient auf meine Bitte wieder zur Untersuchung vor. Die *A S*-Reaction war nicht mehr hervorzurufen, die Formel und die Hörfähigkeit beiderseits gleich.

Neunte Beobachtung.

Schwerhörigkeit ohne nachweisbare anatomische Veränderungen; anomale Reaction des Hörnerven; Besserung der Reaction mit Besserung der Hörfähigkeit.

S. K., 23jähriger Student, leidet seit zwei Jahren an Harthörigkeit. Der otiatrische Befund ergiebt keine anatomischen Veränderungen. Hörweite für die Taschenuhr rechts 5", links 3". Mittellautes Sprechen wird 3' weit, Flüstersprache nur sehr mangelhaft und nur aus grosser Nähe vernommen.

Die Hörnerven reagiren folgendermaassen:

XX 300 *Ka S K.*
Ka D k >,
Ka O K.
A S K. } Klangsensation von anderer Tonfarbe.
A D k >.
A O K.

Die Behandlung wird zwei Monate lang ganz wie beim vorigen Falle fortgesetzt. Der Erfolg ist, dass der Kranke die Uhr rechts 12", links 7" weit hört. Für die Sprache war die Hörfähigkeit in höherem Grade gebessert, denn er hörte mittellautes Sprechen jetzt 7', Flüstersprache 2' weit. Die pathologischen Reactionen des Hörnerven bedurften zu ihrer Hervorrufung höherer Stromstärken, die Normalreactionen waren intensiver geworden.

4. Schwerhörigkeit mit Torpor des Hörnerven.

Zehnte Beobachtung.

Schwerhörigkeit mit anatomischen Veränderungen; Schwererregbarkeit des Hörnerven; Besserung.

K. S., 60jähriger Beamter, ist seit vielen Jahren schwerhörig in Folge alter Katarrhe des Mittelohres. Hörweite für die Taschenuhr rechts + 0, links — 0. Nur überlaute Sprache wird verstanden. Gehörgänge trocken. Beide Trommelfelle getrübt, kleiner Lichtkegel, Hammer prominirend, Tubenpassage frei, kein Schleim in den Paukenhöhlen. Luftdouche, Joddämpfe und andere mit grosser Ausdauer gebrauchte otiatrische Mittel sind erfolglos gewesen.

Die elektrische Untersuchung ergiebt eine grosse Trägheit der Reaction beider Hörnerven auf den elektrischen Reiz. Erst bei *XXX* Elementen, deren Anwendung trotz einer vorhandenen Anästhesie der Ohren zu schmerzhaft war, um wiederholt angewendet werden zu können, entstand *Ka S*-Reaction; bei *Ka D* und *A O* blieb dieselbe gänzlich aus, bei *A O* selbst nach längsten Stromstärken.

Es werden zwei Sitzungen mit *XXV* Elementen vorgenommen. Am Ende der zweiten gelingt es nach einer Wenduug von der Anode aus bei *Ka S* eine kurze Klangsensation hervorzubringen. Dies wird in zwei folgenden Sitzungen geübt. Die Klangsensation wird dadurch etwas intensiver und länger und tritt schliesslich auch ohne vorhergehende Wendung ein.

Der wohlthätige Einfluss, deu der elektrische Strom auf die bei alten Ohrenkrankheiten so häufige Eingenommenheit des Kopfes hat, verleugnet sich auch hier nicht und veranlasst den Kranken zu der Bitte um Fortsetzung der Behandlung. Nach weiteren drei Sitzungen genügten *XX* Elemente zur Hervorrufung der *Ka S*-Reaction, anfangs mit, später auch ohne Wendung. Gleichzeitig wurde bemerkt, dass die Unterhaltung mit dem Kranken etwas leichter geworden war.

Im Verlaufe von 30 weiteren Sitzungen gelang es, die Erregbarkeit des Hörnerven soweit zu steigern, dass bei *XX* Elementen (ohne Einschaltung von Widerständen) die Normalformel hergestellt werden konnte, jedoch mit sehr kurzer und wenig intensiver *A O*-Reaction. Schliesslich war auch eine kleine und schnell verschwindende *E H* nachzuweisen.

Der endliche Erfolg dieser nicht über 38 Sitzungen fortgesetzten Behandlung war zwar kein glänzender, aber unleugbar. Der Kranke sprach einzelue Worte, welche mit mittellauter Stimme zwei Fuss weit hinter seinem Rücken ausgesprochen wurden, nach. Die Verständigung mit ihm ging wesentlich leichter vor sich. Er selbst brachte verschiedene Beweise für die Besserung seiner Hörfähigkeit bei, so z. B. vernahm er jetzt den Schall einer in seiner Wohnung befindlichen Thürklingel von einem Orte aus, von welchem er sie früher nie im Stande gewesen war zu hören. Ebenso vernahm er das Geräusch eines zu meinem Apparat gehörigen selbstthätigen Unterbrechers, welchen er früher nicht gehört hatte. Die Taschenuhr hörte er beim Auflegen auf das Ohr jetzt auch links.

Eben so dürftig wie in diesem Falle waren die therapeutischen Resultate auch in einigen anderen Fällen, in welchen ich aus gleichen Gründen Torpor des Hörnerven anzunehmen mich veranlasst sah. In Keinem dieser Fälle, welche ohne Ausnahme sehr alte Gehörstörungen betrafen, wurde die Behandlung lange fortgesetzt. Ich vermuthe, dass, wenn dies geschehen wäre, der Heilerfolg noch hätte gesteigert werden können.

Dagegen stehen mir einige andere Fälle zu Gebote, in denen der Erfolg auch quantitativ zufriedenstellender war. Von diesen gebe ich den Folgenden wieder.

Elfte Beobachtung.

Schwerhörigkeit mit anatomischen Veränderungen; Schwererregbarkeit des Hörnerven; bedentende Besserung.

Wittwe D., 50 Jahre alt, litt seit 17 Jahren an stetig zunehmender Harthörigkeit mit heftigstem Ohrensausen und hiermit Hand in Hand gehender Gemüthsverstimmung. Die Tascheuuhr wurde weder vom Ohre aus, noch durch die Kopfknochen vernommen. Beide Trommelfelle leicht milchweiss getrübt, mit normalem Glanz und Lichtkegel. Hammer in beideu Ohren stark prominirend. Vom *Processus brevis* erstreckt sich unter spitzem Winkel nach vorn und unten ein weisser prominirender Strang. Tubenpassage frei; keiu Schleim in deu Paukenhöhlen. Die Luft dringt mit scharfem,

trockenem Geräusch ein. Die Katheterisation brachte keinen Heilerfolg zu Wege. Auch hier lagen also die Residuen eines abgelaufenen Katarrhes vor, welcher ausser den direct nachweisbaren anatomischen Veränderungen vermuthlich noch andere dergleichen in tieferen Partieen des Ohres gesetzt hatte.

Die mit grosser Ausdauer von Seiten des Herrn Dr. WREDEN * ausgeführte otiatrische Behandlung bestand in 6 Injectionen von Strychninlösung in die Paukenhöhle, wodurch das Sausen beseitigt wurde, und in der Einleitung von Joddämpfen in die Paukenhöhle, welche viele Monate fortgesetzt wurde. Die Hörweite des rechten Ohres nahm hierbei stetig zu; die Taschenuhr, welche früher von keinem Puncte des Schädels aus gehört worden war, wurde nach sechsmonatlicher Behandlung rechts 46″ weit vernommen.

Da das linke Ohr bei völlig gleicher Behandlung keineswegs Schritt in der Besserung mit dem rechten Ohre hielt — es gewann in gleicher Zeit nur 2½″ Hörweite — so wurde mir die Kranke zur Untersuchung übergeben

Der rechte Hörnerv zeigte nahezu die Normalformel.

Der linke Hörnerv zeigte alle früher erörterten Zeichen torpider Reaction.

Ich übernahm nunmehr die Behandlung des linken Ohres allein, führte sie ganz in der vorhin beschriebenen Weise aus und hatte folgende Resultate:

1. Sitzung:	Hörweite	2½″
2. „	„	3½″
5. „	„	6″
6. „	„	6½″
8. „	„	9″.
9. „	„	11″
10. „	„	15″.

Zugleich nahmen die Zeichen herabgesetzter Erregbarkeit ab, die *Ka D* und *A O*-Reaction stellten sich ein, und es gelang schliesslich, die secundäre und tertiäre Erregbarkeit deutlich herzustellen.

Durch eine Monate lang fortgesetzte Behandlung, welche leider nicht ausgeführt wurde, hätte sich hier wohl noch grössere Besserung der Function und vielleicht auch ein günstiger Einfluss auf die Ablagerungen und den darniederliegenden Stoffumsatz im Mittelohre erreichen lassen.

Da der Hauptzweck meiner Arbeit nur der ist, das ohrenärztliche Publicum zu einer eingehenden und fachmässigen Benutzung des galvanischen Stromes anzuregen, so habe ich die Mittheilung einer ansehnlichen Reihe günstiger therapeutischer Erfahrungen unterdrückt.

* Von demselben ausführlich beschrieben in der *St. Petersburger med. Zeitschrift*, 1863, Bd. V, p. 284 ff.

Schlusssätze.

1. Der galvanische Strom ist therapeutisch verwerthbar in Ohrenkrankheiten.
2. Es kann mittels desselben Resorption krankhafter Ablagerungen erreicht werden.
3. Verschiedene der durch den Strom erkennbaren und unterscheidbaren pathologischen Zustände des Hörnervenapparates unterliegen dem heilenden Einflusse des Stromes.
4. Nicht nur solche Fälle von Ohrenkrankheiten sind der galvanischen Behandlung zuzuweisen, in denen anatomische Veränderungen sich nicht, oder nicht in einem das Leiden vollkommen erklärenden Grade nachweisen lassen; oder solche, in denen, sei es aus ohngefähren, sei es aus zwingenden Gründen, Torpor des Hörnerven angenommen wird; sondern es ist überhaupt bei allen, gleichviel ob frischen oder alten Fällen, in denen der galvanische Strom Theilnahme der akustischen Faser an dem Krankheitsprocess nachweist, eine angemessene galvanische Behandlung angezeigt.

Ich schliesse hiermit meine Arbeit. In Anbetracht der Schwierigkeit des Stoffes, in Anbetracht der Mühen und Opfer, welche ich im Interesse der von mir selbst nicht ausgeübten Ohrenheilkunde aufgewendet habe, glaube ich von Jedem, der die ernste Sache mit Ernst betrachtet, einer nachsichtigen und **loyalen** Beurtheilung entgegen sehen zu dürfen. Vollendetes geliefert zu haben, bilde ich mir nicht ein. Aber dass meine Arbeit geeignet sei, einen Anstoss zur Förderung der Diagnostik nervöser Gehörleiden zu geben, das hoffe ich; und dass sie Mittel kennen gelehrt habe, um gewisse dem therapeutischen Streben bisher unzugängliche Leiden des Ohres zu heilen oder zu lindern, das wage ich mit aller Entschiedenheit zu behaupten. Wo ich mich im Uebrigen geirrt habe, da, hoffe ich, wird eine fördernde Forschung verbessernd eintreten. Möge Einzelnes des von mir Ausgesprochenen noch so grossen Modificationen unterliegen, ich hoffe dennoch, dass auf Grund meiner Untersuchungen der Ohrenarzt die Pflicht haben wird, neben der Compressionspumpe auch die galvanische Batterie aufzustellen, **von der er sich freilich nicht blos Wunderdinge versprechen**, sondern die er mit **derselben Liebe, Ausdauer, vollendeten Technik und Gewissenhaftigkeit verwenden möge**, wie er es zu thun pflegt mit der Luftdouche und den übrigen Waffen, mit denen er gegen die Krankheiten eines der vornehmsten Sinne zu Felde zieht.

Ich hoffe, dass folgender Satz, den ich als Endresultat meiner Studien aufstelle, einem begründeten Widerspruch nicht begegnen werde:

Ein krankes Ohr kann ferner nicht für vollkommen untersucht, die Mittel zur Heilung eines solchen können nicht für erschöpft gelten, so lange nicht auch der galvanische Strom zu diesen Zwecken in fachmässig eingehender Weise verwendet worden ist.

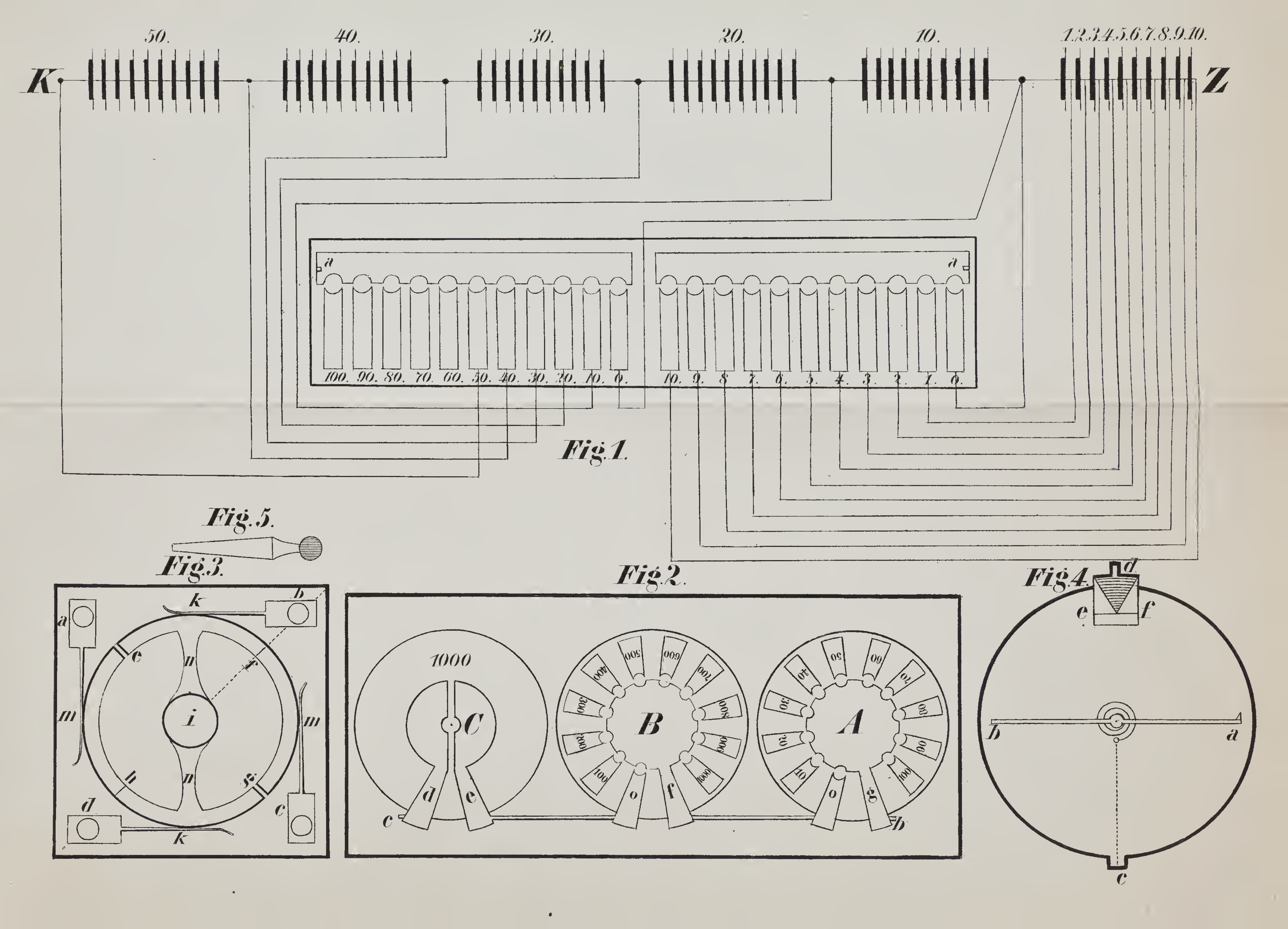
St. Petersburg im März 1868.

Druckfehler und Verbesserungen.

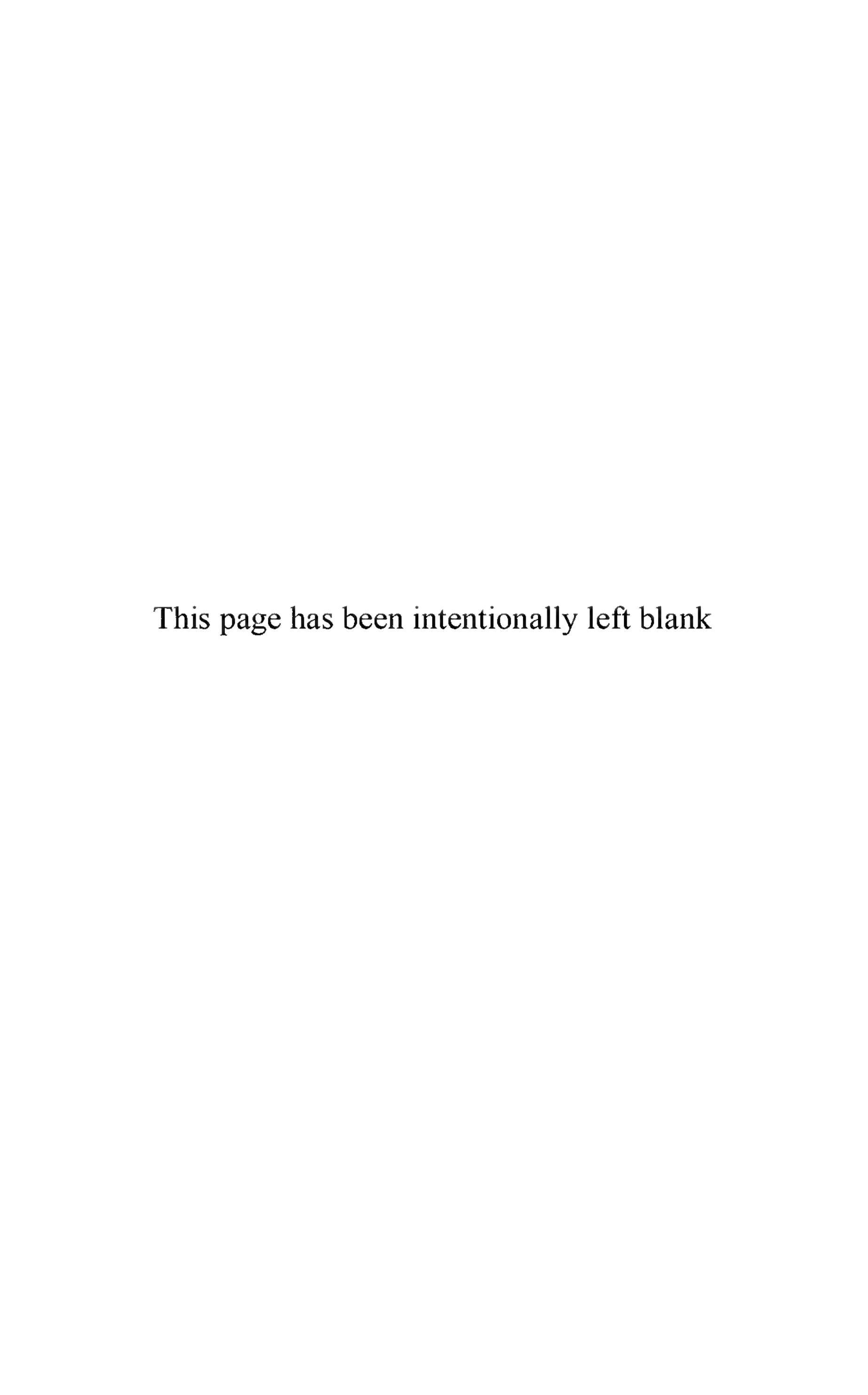
Seite 2 Zeile 1 v. o. statt: hielt, lies: halte.
„ 7 „ 1 v. o. „ unter dem befruchtenden Hauche, lies: durch den befruchtenden Hauch.
„ 7 „ 13,11 v. u. „ fünfzigjähriger, lies: der fünfzigjährigen.
„ 22 „ 1 v. o. „ Anhange, lies: Nachtrage.
„ 49 „ 14 v. u. „ jeden, lies: jedem.
„ 52 „ 9 v. o. „ am motorischen Organe, lies: an den motorischen Organen.
„ 63 „ 11 v. u. „ oben angegebene, lies: später zu gebende.
„ 63 „ 13 v. u. „ zurückweise, lies: verweise.
„ 64 „ 1 v. o. „ unterbrochener, lies: ununterbrochener.
„ 67 „ 17 v. u. „ versuchen werde, lies: versucht habe.
„ 68 „ 19 v. o. „ welchen, lies: welchem.
„ 92 „ 9 v. u. „ giebt, lies: ergiebt.
„ 97 „ 19,20 v. o. „ achte und elfte, lies: zehnte und dreizehnte.
„ 98 „ 15 v. o. „ zehnten und elften, lies: zehnten, elften und zwölften.
„ 101 „ 3 v. o. „ Ohre I, lies: Ohre II.
„ 101 „ 4 v. o. „ Ohre II, lies: Ohre I.
„ 109 „ 5 v. o. „ Klangsensationen, lies: Klangsensation.
„ 131 „ 2 v. u. „ angewandte Batterie, lies: angewandte Verkleinerung der Batterie.
„ 140 „ 18,19 v. o. lies: die Kathodenschliessungs-Reaction tritt sofort bei Schliessung der Kette auf und erreicht fast unmittelbar nachher das Maximum ihrer Intensität, um von da an stetig abzunehmen.
„ 143 „ 7 v. o. nach: Erregbarkeit, schalte ein: für eine neue Schliessung in derselben Richtung.
„ 146 „ 10 v. u. nach: salzig, schalte ein: bald metallisch.
„ 146 „ 8,9 v. u. sind die Worte: bald metallisch, zu streichen.
„ 147 „ 21 v. o. ist nach dem Worte: wuchs, folgende Parenthese einzuschalten: (dieses Wachsen der Tonhöhe findet bei grosser Steigerung der Stromstärke auch während der Einwirkung der Anode statt, wie sich aus Versuch 21 bis 23 ergiebt).
„ 157 „ 9 v. u. nach: Versuche, schalte ein: (s. Versuch 32).
„ 236 Zur zweiten Beobachtung ist folgendes Citat hinzuzufügen: *St. Petersburger med. Zeitschrift*, Bd. VII. *Studien zur Diagnose, Prognose und Heilung des nervösen Ohrensausens.*

LEIPZIG

DRUCK VON GIESECKE & DEVRIENT



50.
40.
30.
20.
10.
1.2.3.4.5.6.7.8.9.10.
K
Z
a
a
100. 90. 80. 70. 60. 50. 40. 30. 20. 10. 0.
10. 9. 8. 7. 6. 5. 4. 3. 2. 1. 0.
Fig.1.
Fig.5.
Fig.3.
a b c d e f g h i k m n
Fig.2.
1000
C
B
A
c d e o f g b
Fig.4.
a b c d e f


This page has been intentionally left blank



